LES SYSTEMES DE GESTION DE BASES DE DONNEES

VERSION 4.1

MANUEL DE L'ELEVE

Pierre Stockreiser

LYCEE du NORD

Septembre 2010

Je tiens à remercier M. Sylvain PIREN, Professeur-Ingénieur au Lycée Technique d'Esch-s-Alzette, pour avoir essentiellement contribué à la rédaction de la version initiale de ce cours.

Un grand Merci à M. Jean-Marie JANS, Professeur-Ingénieur au Lycée Technique Ecole de Commerce et Gestion, pour les nombreux conseils en matière de modélisation des données.

Je remercie également les personnes suivantes pour leur support respectivement leur influence pendant le travail de recherche et de rédaction.

M. Christian LUCIUS, Professeur de Sciences au Lycée Technique Michel-Lucius
M. René WEBER, Professeur-Ingénieur au Lycée Technique des Arts et Métiers
M. Jean-Marie OTTELE, Professeur-Ingénieur au Lycée Technique Ecole de Commerce et Gestion

P. Stockreiser

Préface

Ce document est un support pour les cours en informatique des classes de 13CG. La structure et le contenu des chapitres de ce document ont été synchronisés avec le contenu du programme établi par la CNPI. Le cours met l'accent sur les concepts et techniques fondamentaux des bases de données relationnelles, ainsi que sur la conception et l'implémentation de systèmes informatiques élémentaires de gestion.

Le cours est subdivisé en trois parties:

PARTIE 1 : Modélisation d'un système d'information	(chapitres 1 – 4)
PARTIE 2 : Exploitation des bases de données relationnelles	(chapitres 5 – 9)
PARTIE 3 : Protection des données	(chapitre 10)

Ce cours n'est pas du tout un manuel d'utilisation de MS-Access, de Win'Design respectivement d'un autre logiciel. Le cours se limite aux concepts importants en relation avec le sujet.

Symboles utilisés à l'intérieur de cet ouvrage:

	Paragraphe important
	Exercice
	Remarque pédagogique

Table des matières:

1. Analyse des systèmes d'information *9*

1.1 Table des matières : **9**

1.2 Introduction **9**

1.3 Définition de l'information et des systèmes d'information **10**

1.4 Les données, les traitements et les informations **11**

1.5 La représentation informatique des données **12**

2. Démarche de modélisation des données *13*

2.1 Table des matières : **13**

2.2 Le groupe d'étude (angl. Project group) **13**

2.3 Les étapes **14**

2.4 Sources d'information **15**

3. Méthode de modélisation des données *16*

3.1 Table des matières : **16**

3.2 Définition **16**

3.3 Pourquoi modéliser ? **19**

3.4 Le modèle conceptuel des données (MCD) **22**

3.4.1 Définition 22
3.4.2 La notion de classe 23
3.4.3 La notion d'attribut 24
3.4.4 La notion d'identifiant 27
3.4.5 La notion d'association 28
3.4.6 Exemple "KaafKaaf" 37
3.4.7 Exemple "Gestion d'école" 40
3.4.8 L'utilisation d'une association ternaire 42
3.4.9 Exercices 46
3.4.10 Cas particuliers du MCD 56
3.4.11 Exercices 59

3.5 Le modèle logique des données (MLD) **64**

3.5.1 Définition 64
3.5.2 Règles de transformation du MCD au MLD 66
3.5.3 Exemple "KaafKaaf" 72
3.5.4 Exercices 73

3.6 Le modèle physique des données (MPD) **75**

3.6.1 Définition 75
3.6.2 Passage du MLD au MPD 75

4. Utilisation d'un outil de modélisation *78*

4.1 Table des matières : **78**

4.2 Définition **78**

4.3 Fonctionnalités **79**

5. Les systèmes de gestion de bases de données *81*

5.1 Table des matières : **81**

5.2 Définitions 81

5.3 Un peu d'histoire 84

5.4 Les composants d'une base de données relationnelle 86

5.5 Structures physiques et logiques 88

5.6 Les réseaux informatiques 90

5.7 L'approche Client/Serveur 94
5.7.1 La période des ordinateurs du type "Mainframe" 94
5.7.2 L'approche Client/Serveur 96

6. Les tables (angl. tables) 98

6.1 Table des matières : 98

6.2 Définition 98

6.3 Les champs d'une table 101

6.4 Clé primaire 103

6.5 Relations entre tables - clé étrangère 106

6.6 Index 107

7. Les requêtes (angl. queries) 109

7.1 Table des matières : 109

7.2 Définition 109

7.3 Introduction au langage SQL 112
7.3.1 Généralités 112
7.3.2 Syntaxe SQL de base 113
7.3.3 Les critères de sélection 116
7.3.4 Comparaison à un filtre 118
7.3.5 Les opérateurs logiques 119
7.3.6 Valeur zéro, chaîne vide et valeur indéterminée (NULL) 122
7.3.7 Comparaison à une fourchette de valeurs 125
7.3.8 Comparaison à une liste de valeurs 126
7.3.9 Définir l'ordre d'une requête de sélection 127
7.3.10 Les valeurs calculées 130
7.3.11 Les fonctions d'agrégation 131
7.3.12 Requêtes sur les groupes 133
7.3.13 Exercices 138

7.4 Les requêtes SQL multitable 157
7.4.1 La jointure 158
7.4.2 Auto- jointure 165
7.4.3 Les requêtes imbriquées 169
7.4.4 Exercices SQL 177

7.5 La méthode QBE 197

7.6 Les contraintes d'intégrité 199
7.6.1 Définition 199
7.6.2 Les types de contraintes d'intégrité 199
7.6.3 Exercices 201

8. Les formulaires (angl. forms) 210

8.1 Tables des matières : 210

8.2 Définition 210

8.3 Types de formulaires 214

8.4 Création d'un formulaire 216

9. Les rapports (angl. reports) 218

9.1 Tables des matières : 218

9.2 Définition 218

9.3 Création d'un rapport 224

10. Sécurité des données 226

10.1 Table des matières : 226

10.2 Définition 226

10.3 Les manipulations malveillantes 227
10.3.1 Définition 227
10.3.2 La protection contre les manipulations malveillantes 227

10.4 Les accès non autorisés 229
10.4.1 Définition 229
10.4.2 La protection contre les accès non autorisés 229

10.5 Les incohérences et pertes de données accidentelles 233
10.5.1 Définition 233
10.5.2 La protection contre les incohérences et pertes de données accidentelles 234
10.5.3 Les mesures de prévention contre la perte de données 236

11. Annexes 239

11.1 Bibliographie 239

11.2 Sites sur Internet 241

Partie 1 : Modélisation d'un système d'information

1. Analyse des systèmes d'information

1.1 Table des matières :

1. Analyse des systèmes d'information *9*

1.1 Table des matières : 9

1.2 Introduction 9

1.3 Définition de l'information et des systèmes d'information 10

1.4 Les données, les traitements et les informations 11

1.5 La représentation informatique des données 12

1.2 Introduction

La compétitivité d'une entreprise ainsi que sa valeur sur le marché sont déterminées par plusieurs éléments, d'une importance différente selon le secteur d'activité. On peut généralement regrouper ces éléments en deux classes:

1. Les éléments matériels
    - L'infrastructure
    - Les supports financiers

2. Les éléments intellectuels
    - La compétence des employés
    - La motivation des employés
    - **Le recueil et l'exploitation optimale des informations utiles**

Depuis quelques années, les responsables des entreprises (banques, assurances, industrie etc.) ont davantage reconnu et admis que la gestion et l'exploitation des informations sont un facteur de compétitivité à ne pas négliger.

Le développement rapide de l'informatique a donné aux entreprises la possibilité d'utiliser des moyens avancés et puissants pour gérer et exploiter de très grands volumes de données. Il y a quelques années, le domaine de la gestion informatique des données était réservé aux informaticiens. Actuellement, les tendances à l'intérieur des entreprises ont changé de façon à ce que tous les employés soient de plus en plus impliqués dans les différents procédés liés à la gestion et l'exploitation des données. De cette façon, **un certain niveau de connaissance des principes et des outils standard de l'informatique est aujourd'hui requis pour la plupart des postes disponibles dans les entreprises.**

Toutefois, il ne suffit pas d'utiliser les ressources informatiques les plus sophistiquées pour exploiter au mieux les données. En parallèle avec les outils informatiques utiles pour gérer des données, tels que les ordinateurs de plus en plus puissants et les logiciels adaptés (SGBD, Tableur etc.), ont été développées des méthodes d'analyse et de conception de systèmes d'information. Ces méthodes nous offrent la possibilité d'analyser un système d'information naturel, tel que par exemple la gestion des livres d'une librairie ou la gestion des sinistres d'une compagnie d'assurances, de concevoir ensuite un modèle qui représente ce système et d'implémenter finalement un système informatique, basé sur ce modèle.

1.3 Définition de l'information et des systèmes d'information

Une information est un élément qui permet de compléter notre connaissance sur une personne, un objet, un événement … .

Exemple: Le nom d'une personne est une information concernant cette personne.
La couleur d'une voiture est une information concernant cette voiture.
La date de la fête scolaire est une information concernant cet événement.

Un système d'information est constitué par l'ensemble des informations relatives à un domaine bien défini.

Exemple: Toutes les informations relatives à la gestion d'une librairie constituent le système d'information de cette librairie. Ce système peut couvrir le simple stockage des livres, mais également la gestion des commandes, des ventes et même des clients.

Un système d'information ne doit pas nécessairement être informatisé. Bien que la plupart des systèmes actuels se basent sur la technologie de l'informatique, il existe encore des systèmes d'information où l'information est stockée, manipulée et communiquée à l'aide de moyens "traditionnels" tels que armoires, classeurs, calculatrices, fiches sur papier etc. .

Un système d'information existe indépendamment des techniques informatiques.

Le système d'information ne doit pas être confondu avec le système informatique qui est constitué des éléments suivants:

- Les ordinateurs
- Les programmes
- Les structures de données (Fichiers, Bases de données)

Dans ce chapitre nous allons découvrir une démarche d'informatisation, qui nous permet de modéliser un système d'information et de le représenter à l'aide d'un système informatique. Le but de cette démarche est de concevoir des systèmes stables et optimisés en termes de performance, de fiabilité et de convivialité.

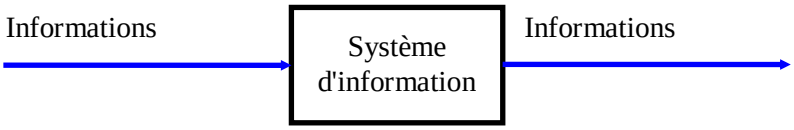
1.4 Les données, les traitements et les informations

Bien que les deux termes "informations" et "données" soient souvent utilisés comme synonymes[1], il existe une différence subtile entre eux.

Prenons un exemple:

Dans une librairie, un client demande au vendeur si le livre "L'étranger" (Albert Camus) est disponible en stock. Le vendeur conseille la base de données de la librairie à l'aide de son ordinateur et confirme au client que le livre est disponible. Le vendeur a donc donné au client **l'information** que le livre est en stock. Afin de pouvoir donner cette information, le vendeur a dû consulter les **données** qui représentent le stock de la librairie. Le fait de consulter le stock constitue un **traitement** sur les données du stock.

Nous pouvons généraliser:



Un système d'information contient les données et les traitements nécessaires pour assimiler et stocker les informations entrantes et produire les informations sortantes.

Dans les systèmes d'information nous retrouvons généralement les traitements suivants:

- **Consultation des données;**
- **Ajout de données;**
- **Suppression de données;**
- **Modification de données.**

Exemple:

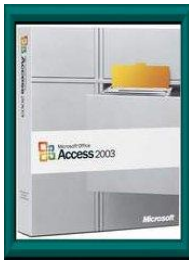
Le propriétaire d'une vidéothèque reçoit une livraison avec des nouvelles cassettes vidéo. Pour chaque cassette vidéo, il lit le titre, la langue ainsi que la durée et sauvegarde ces informations dans la base de données de la vidéothèque. Il a donc utilisé un traitement d'ajout de données afin de transformer les informations entrantes (titre, langue, durée) en données.

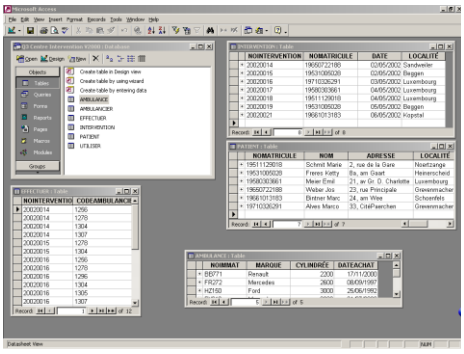
[1] Deux mots sont synonymes quand ils désignent une même chose.

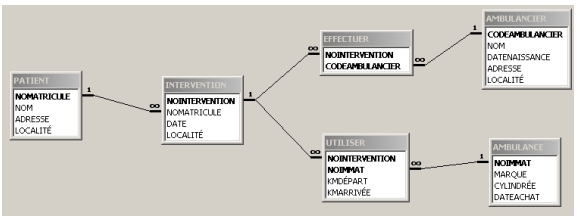
1.5 La représentation informatique des données

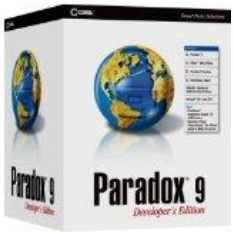
Les données d'un système d'information peuvent être stockées et manipulées à l'aide d'un outil informatique spécialisé dans ce domaine. Actuellement les **Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD)** constituent le type de logiciel le mieux adapté pour implémenter la plupart des systèmes d'information. Sachant que les tables forment la base de stockage d'une base de données, on peut représenter n'importe quel système d'information par un ensemble de tables dont chacune contient un certain nombre de champs de données. Nous allons voir qu'on peut même définir des liens entre ces tables via des champs communs.

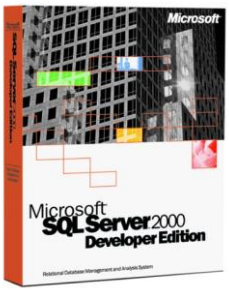
Exemples deSGBD:

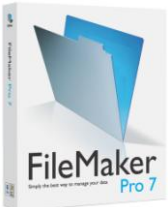












2. Démarche de modélisation des données

2.1 Table des matières :

2. Démarche de modélisation des données 13

2.1 Table des matières : 13

2.2 Le groupe d'étude (angl. Project group) 13

2.3 Les étapes 14

2.4 Sources d'information 15

2.2 Le groupe d'étude (angl. Project group)

Un système d'information qui n'est pas trop complexe et volumineux en termes d'informations, peut facilement être informatisé par une seule personne, qui ne doit pas nécessairement être un informaticien. Il suffit d'être un peu familiarisé avec une méthode de modélisation, et de savoir manipuler un SGBD pour réaliser une implémentation informatique, cohérente et fonctionnelle, d'un tel système d'information.

Dès que le système d'information atteint une certaine envergure (par exemple: informatiser la gestion des sinistres d'une compagnie d'assurances), un groupe d'étude est généralement créé.

Ce groupe ne devra en aucun cas contenir seulement des informaticiens mais également:

- Un ou plusieurs représentants des futurs utilisateurs du système informatisé
  (Par exemple: Un employé du service qui gère les sinistres) ;
- Un ou plusieurs représentants de chaque département impliqué
  (Par exemple: Un employé du service des contrats) ;
- Un représentant de la direction.

Généralement, un responsable du groupe (angl. Project Manager) est nommé, afin de coordonner les travaux effectués par le groupe et de suivre le déroulement à partir de l'analyse jusqu'à la mise en place du système informatisé.

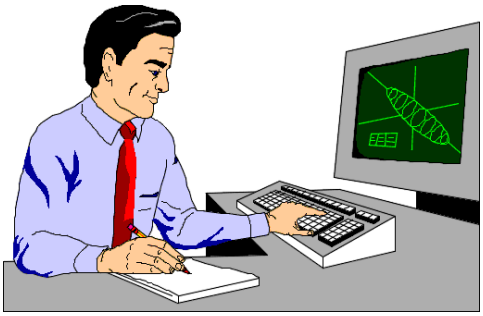
2.3 Les étapes

Chaque projet d'informatisation, qu'il soit exécuté par une seule personne, ou géré par un groupe d'étude, prévoit plusieurs étapes.

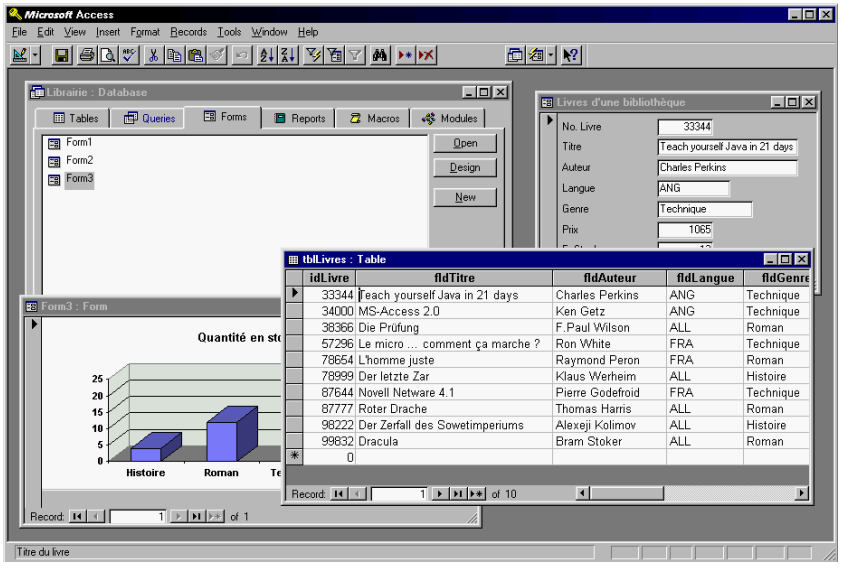
En général, nous avons les étapes suivantes:

1. Analyse de la situation existante et des besoins

2. Création d'une série de modèles qui permettent de représenter tous les aspects importants



3. A partir des modèles, implémentation d'une base de données



2.4 Sources d'information

La première étape de chaque projet est donc l'analyse de l'existant et des besoins. Afin de pouvoir réaliser une analyse correcte sur laquelle on peut baser la suite du projet, il faut d'abord identifier les sources d'information, et puis collectionner exactement les informations importantes pour le projet.

Sources d'information primaires:
- L'interview avec les utilisateurs;
- L'étude de documents provenant du système d'information actuel (Rapports, Bons de commandes, Factures …).

Pour les projets d'une certaine envergure s'ajoutent:
- L'interview avec les responsables des services impliqués;
- Pourvu que la tâche d'analyse soit partagée entre plusieurs membres du groupe d'études, il faut coordonner les actions et comparer les résultats avec les autres membres.

Pour les projets qui se basent sur un système déjà partiellement informatisé s'ajoute:
- L'étude de l'application informatique existante.

3. Méthode de modélisation des données

3.1 Table des matières :

3. Méthode de modélisation des données 16

3.1 Table des matières : 16

3.2 Définition 16

3.3 Pourquoi modéliser ? 19

3.4 Le modèle conceptuel des données (MCD) 22
3.4.1 Définition 22
3.4.2 La notion de classe 23
3.4.3 La notion d'attribut 24
3.4.4 La notion d'identifiant 27
3.4.5 La notion d'association 28
3.4.6 Exemple "KaafKaaf" 37
3.4.7 Exemple "Gestion d'école" 40
3.4.8 L'utilisation d'une association ternaire 42
3.4.9 Exercices 46
3.4.10 Cas particuliers du MCD 56
3.4.11 Exercices 59

3.5 Le modèle logique des données (MLD) 64
3.5.1 Définition 64
3.5.2 Règles de transformation du MCD au MLD 66
3.5.3 Exemple "KaafKaaf" 72
3.5.4 Exercices 73

3.6 Le modèle physique des données (MPD) 75
3.6.1 Définition 75
3.6.2 Passage du MLD au MPD 75

3.2 Définition

Nous avons vu que la démarche classique d'un projet informatique comprend les étapes suivantes:

1. Analyse de la situation existante et des besoins;
2. Création d'une série de modèles, qui permettent de représenter tous les aspects importants;
3. A partir des modèles, implémentation d'une base de données.

En ce qui concerne la première étape, nous n'allons pas introduire de vraies règles, mais simplement utiliser nos connaissances de gestion d'une entreprise, notre esprit ouvert et même notre fantaisie pour analyser correctement la situation existante et les besoins des utilisateurs. Le résultat de l'analyse est généralement un ou plusieurs documents, qui contiennent les indications principales sur le fonctionnement désiré du système informatisé. Le document d'analyse contient souvent déjà des prototypes de certains documents importants, que le futur système devra être capable de produire.

Une fois que l'analyse est terminée, il s'agit d'élaborer une série de modèles, basés sur le document d'analyse. Ces modèles nous permettront plus tard d'implémenter une base de données, qui contiendra toutes les informations nécessaires au bon fonctionnement du système informatisé.

Le développement de ces modèles se fait selon une méthode qui prévoit une conception par niveaux. Nous retenons 3 niveaux essentiels:

1. Le **niveau conceptuel**, qui se base directement sur l'analyse, décrit l'ensemble des données du système d'information, sans tenir compte de l'implémentation informatique de ces données. Ce niveau, qui représente donc la signification des données, se traduit par un formalisme que nous appelons:

Modèle conceptuel des données (MCD)

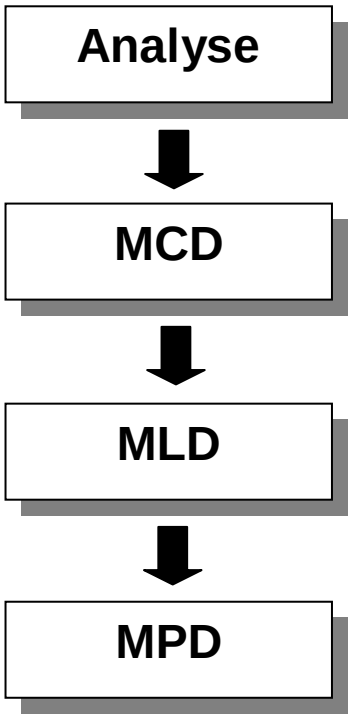
2. Le **niveau logique**, qui se base sur le modèle conceptuel des données, prend en considération l'implémentation du système d'information par un SGBD. Ce niveau introduit la notion des tables logiques, et constitue donc le premier pas vers les tables des SGBD. Ce niveau est représenté par le:

Modèle logique des données (MLD)

3. Le **niveau physique**, qui se base sur le modèle logique des données, contient finalement les tables définies à l'aide d'un SGBD spécifique (p.ex. MS Access, MySQL, Oracle …). Ce niveau est représenté par le:

Modèle physique des données (MPD)

Voici donc les 4 étapes nécessaires pour traduire un système d'information naturel en une base de données:

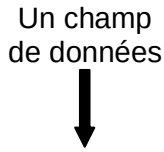

Analyse
MCD
MLD
MPD

3.3 Pourquoi modéliser ?

Nous avons vu qu'une base de données est constituée par un ensemble de tables qui contiennent toutes les données de la base. Une méthode de modélisation nous permet de trouver le bon nombre de tables pour une base de données et de déterminer quelles données sont représentées à l'intérieur de quelle table.

Pour l'instant, il nous suffit de savoir qu'une table est un ensemble d'enregistrements, dont chacun est composé par les mêmes champs de données. On pourrait comparer une table à une liste en MS-Excel[1]. Les tables sont étudiées en détail dans le chapitre 6.

Voici un exemple d'une table :



Marque	Modèle	Cylindrée	Poids
BMW	525i	2500	1360
Ford	Orion	1800	1080
BMW	320i	2000	1200
...	...	...	...

A l'aide d'un exemple précis, nous allons voir pourquoi il est important de bien réfléchir sur le nombre de tables d'une base de données et sur la structure de chaque table.

Il s'agit de créer une base de données pour une caisse de maladie. On veut stocker tous les employés-membres de la caisse avec leur société-employeur. Afin de faciliter l'exercice, nous allons uniquement stocker les informations suivantes pour chaque employé:

- le numéro de l'employé
- le nom de l'employé
- le prénom de l'employé
- le numéro de son entreprise
- le nom de son entreprise
- la localité où se trouve l'entreprise

A première vue, la solution suivante s'impose :

NoEmp	Nom_Emp	Prénom_Emp	NoEntr	Nom_Entr	Localité
102	Boesch	Emil	1	Schaffgaer S.à r.l.	Differdange
103	Midd	Erny	2	Gudjär	Colmar Berg
104	Witz	Evelyne	1	Schaffgaer S.à r.l.	Differdange
105	Kuhl	Menn	1	Schaffgaer S.à r.l.	Differdange
106	Super	Jhemp	2	Gudjär	Colmar Berg
...	...	...	...	...	...

[1] voir cours de la classe 12CG

Nous voyons ici uniquement quelques enregistrements. Une caisse de maladie ayant des miliers de membres, et cette table possédant un enregistrement par membre, on peut bien s'imaginer la taille réelle de la table.

Or, bien que cette solution soit correcte dans le sens le plus large du terme, elle nous impose un certain nombre de problèmes .

Exercice 1

Essayez de trouver en discussion quelques problèmes qui peuvent se manifester lors du travail journalier avec cette table.

Exercice 2

Comment est-ce qu'on pourrait éviter ces problèmes sans toutefois perdre des informations ?

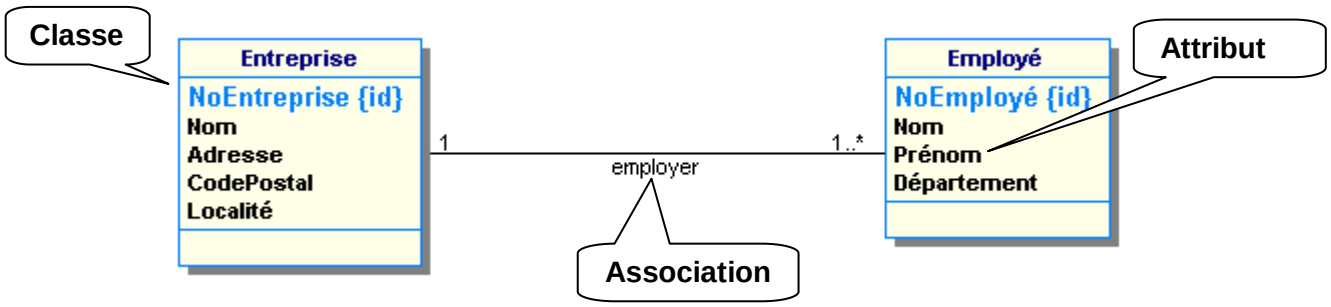
3.4 Le modèle conceptuel des données (MCD)

3.4.1 Définition

En se basant sur un document d'analyse, le modèle conceptuel des données (MCD) fait référence à tous les objets du système d'information et à des relations entre ces objets.

Le formalisme utilisé dans ce modèle est celui du **langage de modélisation UML (Unified Modeling Language)**.
A l'aide de ce langage nous pouvons créer un **diagramme de classes** qui se base autour de 3 concepts principaux, les **classes**, les **associations** et les **attributs**.

Voici par exemple un MCD / Diagramme de classes qui représente une entreprise avec ses employés.



Pour la suite de ce cours, MCD et diagramme de classes sont synonymes.

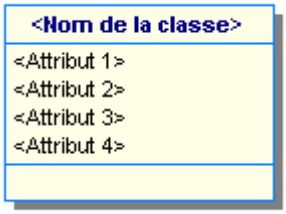
3.4.2 La notion de classe

Une classe[1] permet de modéliser un ensemble d'objets concrets ou abstraits de même nature.

Dans l'exemple du chapitre précédent, la classe *Entreprise* spécifie donc l'ensemble des entreprises, qui nous intéressent dans le contexte de notre système d'information. De même, la classe *Employé* représente tous les employés de notre système d'information.

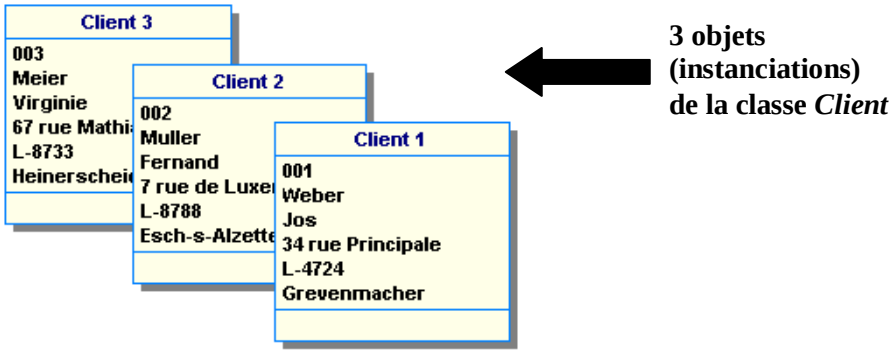
Une classe est caractérisée par son nom et ses attributs.

Représentation graphique:



Prenons par exemple une classe *Client*:

Voici quelques exemples de clients:



Chacun de ces clients représente un **objet** ou une **instanciation** de la classe *Client*.

[1] Dans la littérature on trouve également la notion *entité* pour désigner une classe.

3.4.3 La notion d'attribut

Un attribut représente une donnée élémentaire d'une classe.

Un attribut est unique dans un MCD et ne peut ainsi pas être rattaché à plusieurs classes différentes.

Représentation graphique d'un attribut:
Le nom de l'attribut est indiqué à l'intérieur de la classe à laquelle il est rattaché.

Voici quelques exemples d'attributs:

Pour une classe *Client*:
- Nom du client
- NoTél du client

Pour une classe *Salarié*:
- Nom du salarié
- NoMatricule
- Salaire mensuel

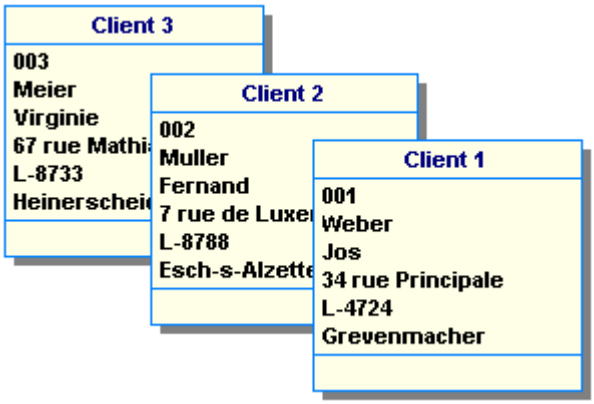
Pour une classe *Contrat d'assurance*:
- NoContrat
- Type d'assurance
- Montant assuré

A l'intérieur des objets (des instanciations) d'une classe, les attributs prennent des valeurs

Exemple:

La classe *Client* est définie par les attributs suivants:

A l'intérieur de chaque objet, chaque attribut prend une valeur, qui est dans la plupart des cas une **valeur numérique**, une valeur sous forme de **texte** ou encore une **date**.



L'attribut **Nom** prend p.ex. les valeurs "Meier", "Muller" et "Weber" dans les 3 objets ci-dessus.

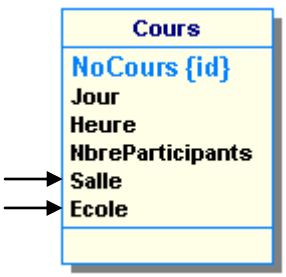
A l'intérieur de chaque objet, chaque attribut ne prend qu'une seule valeur au maximum.

Le client 002 par exemple ne peut pas avoir 2 adresses.

Remarque pédagogique:

Il n'est pas toujours évident de décider si une information est mieux représentée par un attribut à l'intérieur d'une classe ou par une classe même. Prenons l'exemple des cours du soir, qui se déroulent dans plusieurs écoles. Nous supposons qu'un cours est représenté par une classe. Est-ce qu'on représente la salle dans laquelle se tient un cours, ainsi que l'école qui contient la salle, par un simple attribut à l'intérieur de la classe *cours*, ou est-ce qu'il vaut mieux créer une classe séparée pour les cours, les salles et les écoles, et les lier par des associations? La réponse à cette question n'est pas très évidente, mais en général on peut admettre la convention suivante:

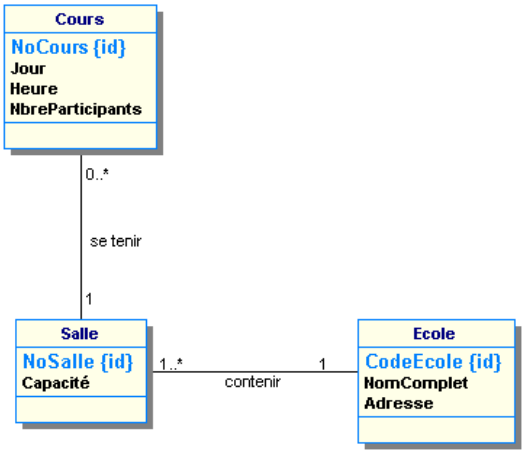
- Une information qui participe à la description d'un objet concret ou abstrait, mais qui **n'est pas gérée de façon indépendante,** est généralement représentée sous forme d'**attribut** à l'intérieur de la classe qui correspond à l'objet.



Exemple:

La salle et l'école sont représentées par un simple attribut à l'intérieur de la classe *Cours*. Dans le système d'information on ne fait donc pas vraiment une gestion des salles et des écoles, mais on les indique uniquement pour chaque cours.

- Une information qui participe à la description d'un objet concret ou abstrait, et qui **est gérée de façon indépendante** dans le système d'information, est généralement représentée par une **classe**.



Exemple:

La salle ainsi que l'école sont des classes indépendantes à l'intérieur du système d'information.
Cette modélisation permet une gestion explicite des salles et écoles.

3.4.4 La notion d'identifiant

Afin de pouvoir distinguer les différents objets d'une même classe, la classe doit être dotée d'un identifiant. L'identifiant est composé d'un ou de plusieurs attributs de la classe. Chaque objet d'une classe doit avoir une valeur différente pour l'identifiant

Comme choix pour l'identifiant d'une classe nous distinguons généralement 3 possibilités:

1. Un attribut **naturel**
   Exemple: Le nom d'un pays pour une classe *Pays*

2. Un attribut **artificiel** qui est inventé par le créateur du MCD
   Exemple: Le numéro d'un client pour une classe *Client*

3. Un identifiant **composé** de plusieurs attributs naturels
   Exemple: Le nom et la localité pour une classe *Entreprise*

Représentation graphique de l'identifiant d'une classe:
Le ou les attributs qui constituent l'identifiant d'une classe sont écrits **en couleur** et suivis de l'indication **{id}**

Exercice

Indiquez graphiquement les classes qui représentent :

1. les passagers d'une société aérienne.

2. les résultats sportifs de l'entraînement d'un coureur ;

3. les médicaments d'une pharmacie.

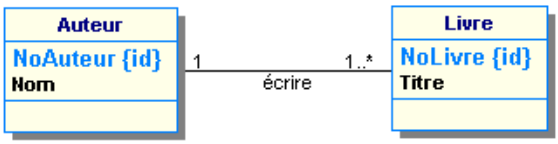
3.4.5 La notion d'association

3.4.5.1 Définition

Une association décrit un lien entre deux ou plusieurs classes.
Chaque association possède un nom, généralement un verbe à l'infinitif.

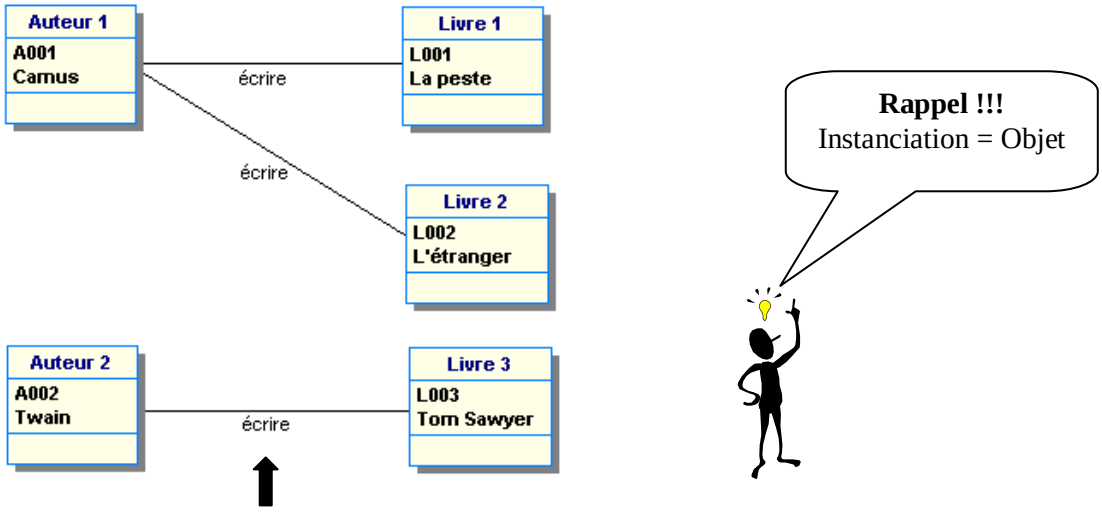
Nous distinguons deux types d'associations:
- **les associations binaires, qui sont liées à 2 classes;**
- **les associations ternaires, qui sont liées à 3 classes.**

Exemple d'une association binaire:



L'instanciation d'une association est représentée par les instanciations des classes liées à l'association.

Voici quelques instanciations de l'association *Ecrire*.



Cette instanciation de l'association *écrire* p.ex. nous dit que l'auteur *Twain* a écrit le livre *Tom Sawyer*.
Cette instanciation peut être identifiée par l'identifiant composé *A002/L003*[1]

Bien qu'une association n'ait pas d'identifiant propre, elle peut implicitement être identifiée par les identifiants des classes auxquelles elle est liée. Pour chaque instanciation d'une association, l'identifiant doit être unique.

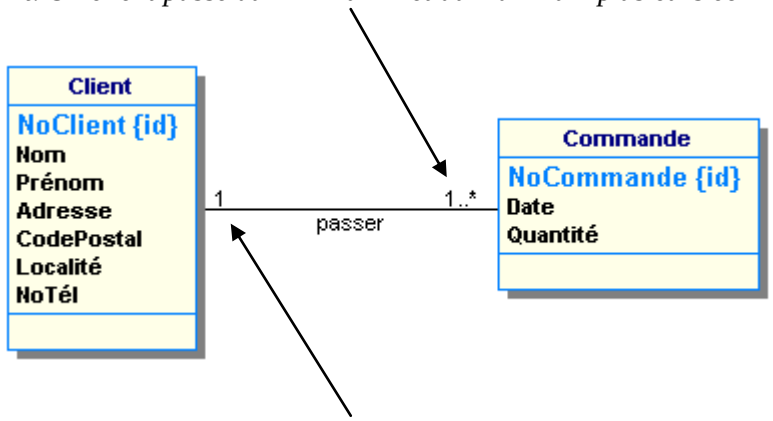
[1] Comme chaque livre est uniquement écrit par un seul auteur, on peut également identifier l'instanciation de l'association par le seul NoLivre *L003*.

3.4.5.2 Les multiplicités d'une association

Sur les extrémités d'une association on indique les multiplicités.
Les multiplicités expriment le nombre minimum et maximum d'objets d'une classe qui peuvent être associés à des objets de l'autre classe.

Exemple 1:

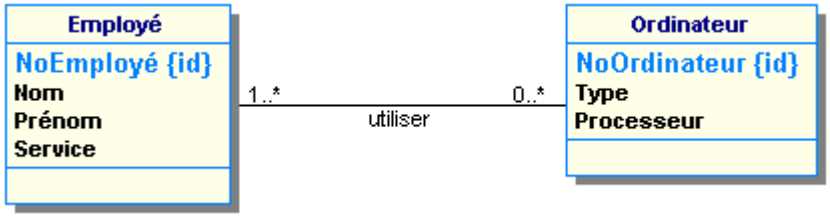
Se lit: *Un client passe au minimum 1 et au maximum plusieurs commandes*



Se lit: *Une commande est passée au minimum par un et au maximum par un client*

Les multiplicités concernant une classe sont inscrites à l'extrémité opposée de l'association.

Exemple 2:



Interprétez les multiplicités concernant la classe *Employé*.

Interprétez les multiplicités concernant la classe *Ordinateur*.

Y a-t-il des employés qui n'utilisent pas d'ordinateurs ?

Y a-t-il des ordinateurs qui ne sont pas du tout utilisés ?

Y a-t-il des employés qui utilisent plusieurs ordinateurs ?

Y a-t-il des ordinateurs utilisés par plusieurs employés ?

De façon générale, on peut dire:

La multiplicité minimale indique si un objet d'une classe peut exister sans participer à l'association. Cette multiplicité est 0 ou 1.

- Multiplicité minimale = 0 : Un objet de la classe concernée peut exister sans participer à l'association.
- Multiplicité minimale = 1 : Un objet de la classe participe au moins une fois à l'association.

La multiplicité maximale indique si un objet d'une classe peut participer plusieurs fois à l'association. Cette multiplicité est 1 ou *, avec * représentant une valeur >1 mais non connue à priori.

- Multiplicité maximale = 1 : Un objet de la classe participe au maximum une seule fois à l'association.
- Multiplicité maximale = * : Un objet de la classe peut participer plusieurs fois à l'association.

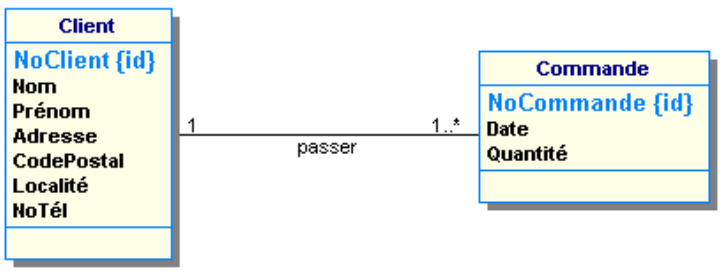
Comme nous indiquons pour chaque classe reliée à une association les multiplicités sous la forme: **`<Multiplicité minimale> .. <Multiplicité maximale>`**, nous avons les possibilités suivantes:

0..1	
1..1	**Forme abrégée: 1** (utilisée dans ce cours ➔ logiciel Win'Design 5.8.0)
0..*	**Forme abrégée: ***
1..*	

En pratique, afin de déterminer les bonnes multiplicités, le concepteur doit se référer aux résultats de l'analyse.

Exemple 3:

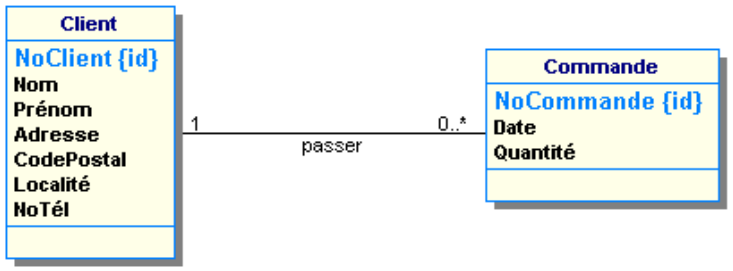
Pour les deux cas suivants, on peut affirmer qu'une commande est toujours passée par au minimum un client. Une commande est également passée au maximum par un client. Une commande est donc toujours passée par un et un seul client.



Un client passe **au moins une** commande et **au maximum plusieurs (*)** commandes.

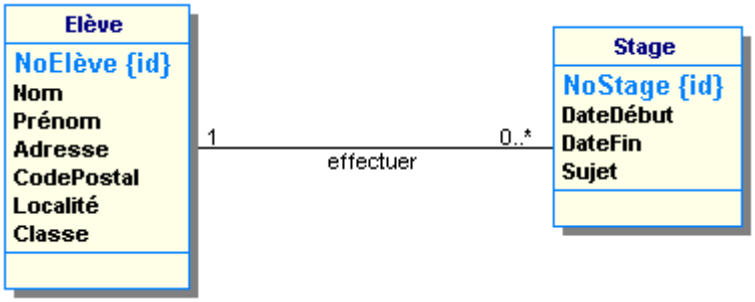
Cette modélisation ne tient pas compte des clients qui ne passent aucune commande. Un client est uniquement considéré comme tel s'il passe au moins une commande.

Un client **ne peut passer**

	**aucune** commande et **au maximum plusieurs (*)** commandes. Cette modélisation tient compte des clients qui ne passent aucune commande.

Laquelle des deux modélisations est correcte ?

Exemple 4:

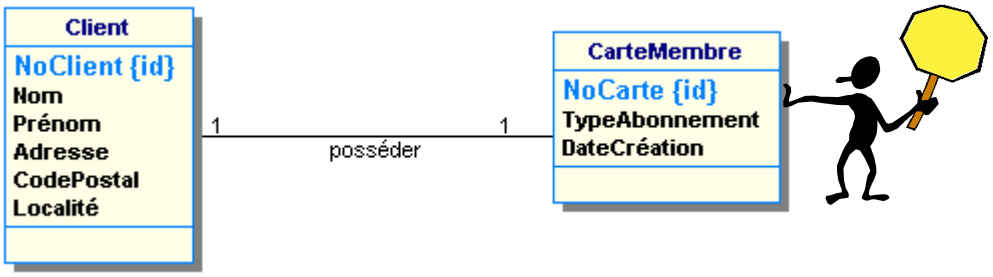


Interprétez cette modélisation :

On dit que *Elève* est **une classe indépendante** par rapport à l'association *effectuer* (multiplicité minimale = 0) , tandis que *Stage* est **une classe dépendante** par rapport à l'association *effectuer* (multiplicité minimale = 1).
Un élève (= un objet de la classe *Elève*) peut donc très bien exister dans la base de données sans qu'un stage ne lui soit associé, mais un stage ne peut jamais exister sans élève associé.
La multiplicité minimale nous indique donc si une classe est indépendante ou dépendante par rapport à une association.

On dit qu'une classe est indépendante par rapport à une association lorsque sa multiplicité minimale vaut 0, et dépendante par rapport à une association lorsque sa multiplicité minimale vaut 1.

Exemple 5:



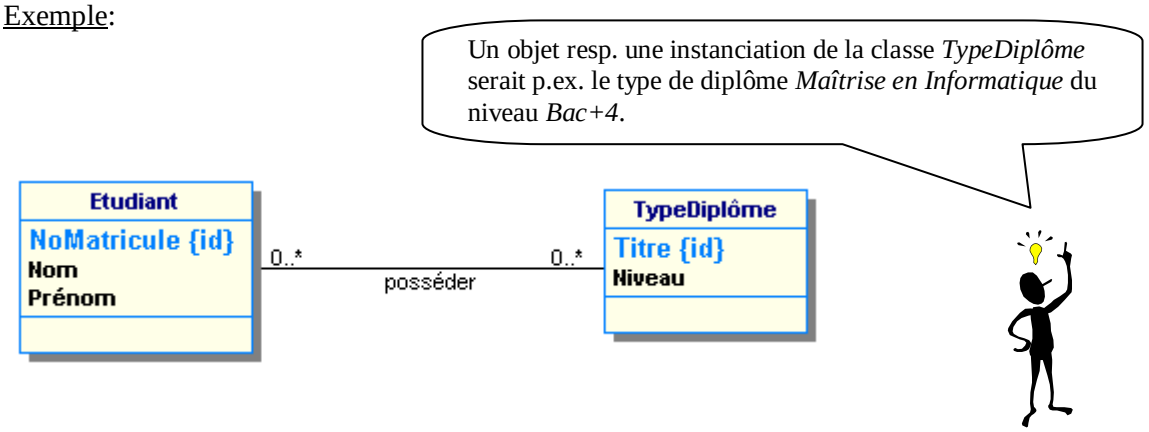
Interprétez cette modélisation :

Que peut-on dire de cette modélisation ?

Si les multiplicités de deux classes liées à l'aide d'une association ont la valeur 1 (1..1) des deux côtés, on transforme les deux classes en une seule et on omet ainsi l'association.

3.4.5.3 Classe-association

Exemple:

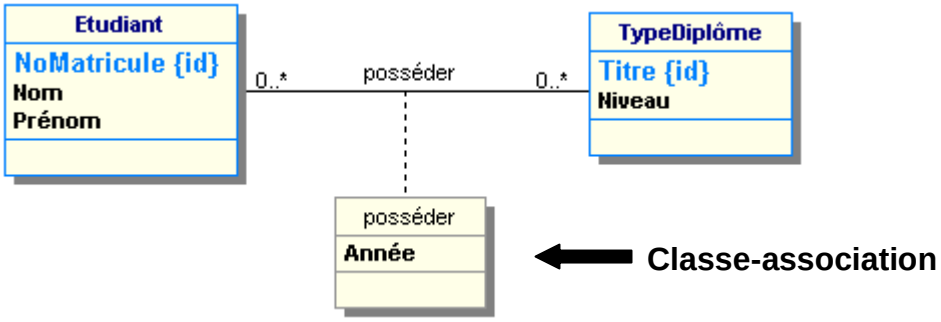


Interprétez cette modélisation :

Il s'agit maintenant d'étendre le modèle ci-dessus de façon à représenter également l'année depuis laquelle un étudiant possède un type de diplôme.

Proposez une solution!

Voici la solution proposée pour représenter l'année depuis laquelle un étudiant possède un type de diplôme.

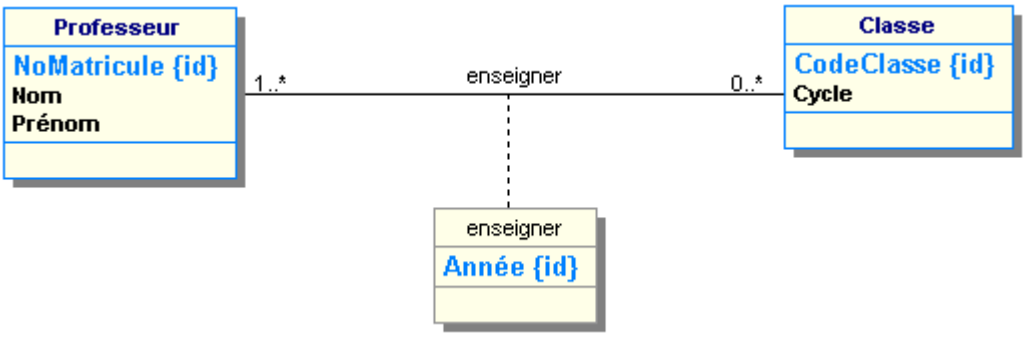


Une association avec un ou plusieurs attributs est représentée à l'aide d'une classe qu'on appelle *classe-association*. Cette classe-association contient le ou les attributs correspondants et elle est connectée au lien de l'association par une ligne en pointillé.
Par convention, la classe-association porte le même nom que l'association concernée.

Rappel !!!
Une association peut implicitement être identifiée par les identifiants des classes auxquelles elle est liée.

Attention
Un ou plusieurs des attributs d'une classe-association peuvent même devenir une partie de l'identifiant de l'association. Les attributs concernés sont notés de la même façon que les identifiants des autres classes.

Exemple:



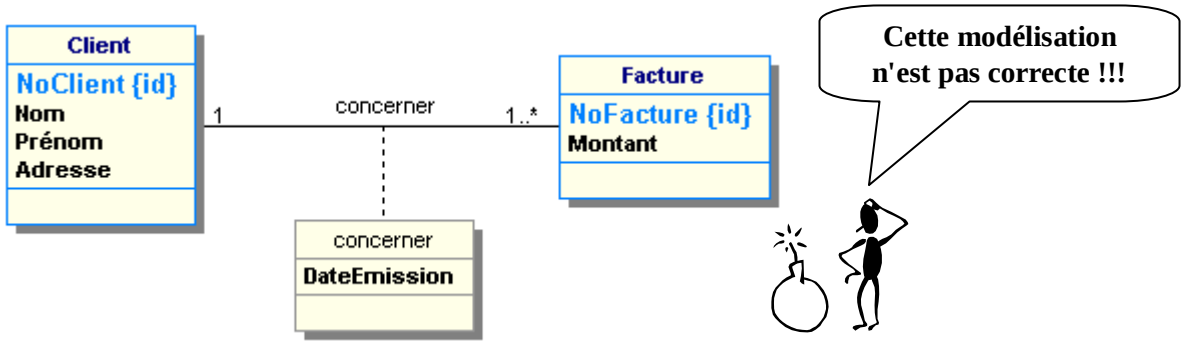
Comme un professeur peut avoir la même classe pendant plusieurs années (p.ex. Jos Weber → 12CG2), l'identifiant implicite de l'association *enseigner* (*NoMatricule_{id}/CodeClasse_{id}*) n'est pas suffisant, puisqu'il ne garantit pas l'unicité. On y ajoute *Année_{id}*.

L'association *enseigner* est ainsi identifiée par la combinaison d'attributs *NoMatricule_{id}* / *CodeClasse_{id}* / *Année_{id}*. Cette combinaison doit donc être unique pour chaque instanciation de l'association.

Attention

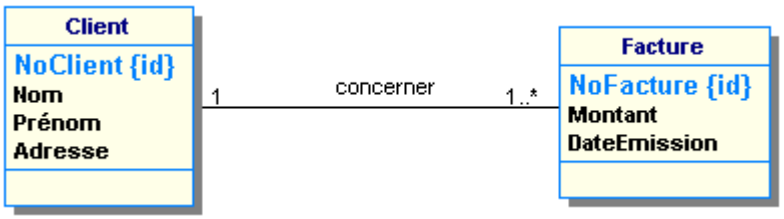
Une association à multiplicités 1 (1..1) n'est jamais représentée à l'aide d'une classe-association. Dans ce cas, les attributs en question migrent dans la classe concernée par les multiplicités 1 (1..1).

Exemple:



Effectivement, chaque facture ne possède qu'une et une seule date d'émission, ce qui fait que l'attribut *DateEmission* doit migrer dans la classe *Facture*.

Voici la modélisation correcte:



3.4.6 Exemple "KaafKaaf"

PARTIE 1

La société "KaafKaaf" désire informatiser son système de facturation. Les factures devraient se présenter de la façon suivante:

KaafKaaf S.à r.l. **Facture No. *12345***
12 avenue Goss
L-9876 Luxusbuerg

Luxusbuerg, le 31.08.2004

Client
Nom: *Weber*
Prénom: *Jos*
Adresse: *23 rue Principale*
CodePostal: *L-7654*
Localité: *Grevenmacher*

Montant de la facture: 50 €

Créez un MCD, qui permet de modéliser correctement le système d'information nécessaire, sachant que:

- Un client peut bien sûr recevoir plusieurs factures, mais il est uniquement considéré comme tel à partir du moment où il reçoit sa première facture.
- Une facture concerne un et un seul client.

Remarque:

Bien que le numéro du client n'apparaisse pas en tant que tel sur la facture, il est préférable d'ajouter cet attribut artificiel à la classe *Client*, et de le définir comme identifiant de cette classe. Cela nous empêche de devoir définir un identifiant composé de trop d'attributs.

PARTIE 2

Il s'agit d'étendre le MCD de la partie 1.
Le responsable de la facturation de la société désire rendre les factures plus informatives. Comme un client peut acheter plusieurs articles différents en même temps, la facture devrait indiquer pour chaque article le numéro, un libellé, le prix unitaire, la quantité vendue et le prix total pour ce type d'article.

Voici l'aspect que la facture devrait avoir:

KaafKaaf S.à r.l. **Facture No. *12345***
12 avenue Goss
L-9876 Luxusbuerg

Luxusbuerg, le 31.08.2004

Client
Nom: *Weber*
Prénom: *Jos*
Adresse: *23 rue Principale*
CodePostal: *L-7654*
Localité: *Grevenmacher*

NoArticle	Libellé	PrixUnitaire	Quantité	Prix à payer
234	Marteau	12 €	1	12 €
566	Tournevis	6 €	3	18 €
023	Pince à tuyaux	20 €	1	20 €
			Montant total de la facture:	**50 €**

Proposez un nouveau MCD qui reflète ces modifications, en respectant que tous les articles disponibles sont stockés (p.ex. No=*234* Libellé=*Marteau* PU=*12 €*). Même si un article n'est pas encore considéré par une facture, il existe dans le système d'information.

3.4.7 Exemple "Gestion d'école"

PARTIE 1

Dans une école, on veut informatiser le système d'information qui gère les classes.

Elaborez un MCD sachant que:

- Un élève est caractérisé par son no. matricule, son nom et prénom, ainsi que sa date de naissance.
- Une classe est caractérisée par le code de la classe (p.ex. 13CG2) et par une indication du cycle (valeurs possibles: "inférieur", "moyen", "supérieur").
- Il faudra prévoir de connaître la fréquentation des classes des élèves sur plusieurs années consécutives.
- Un élève enregistré dans le système fréquente au moins une classe au cours des années.

PARTIE 2

Il s'agit maintenant de concevoir une extension au MCD précédent qui permet de représenter la situation suivante:

- La direction de l'école désire également saisir tous les professeurs dans le système d'information. Un professeur est caractérisé par un code interne unique (p.ex. Jemp Muller aura le code JEMU), son nom et prénom et la matière qu'il enseigne**. Nous supposons que chaque professeur enseigne une seule matière**.

- Modélisez le fait que chaque classe est enseignée chaque année par un ou plusieurs enseignants. Un enseignant peut bien sûr donner des cours dans plusieurs classes, mais peut également ne pas donner des cours pendant une ou plusieurs années.

3.4.8 L'utilisation d'une association ternaire

Lors de l'introduction des associations (voir chapitre 3.3.5.1) nous avons déjà mentionné la notion d'**association ternaire**. Une association ternaire est une association liée à 3 classes.

Bien que dans la pratique la plupart des associations soient binaires (2 classes) il existe cependant des situations où l'utilisation d'une association ternaire s'impose.

Exemple :

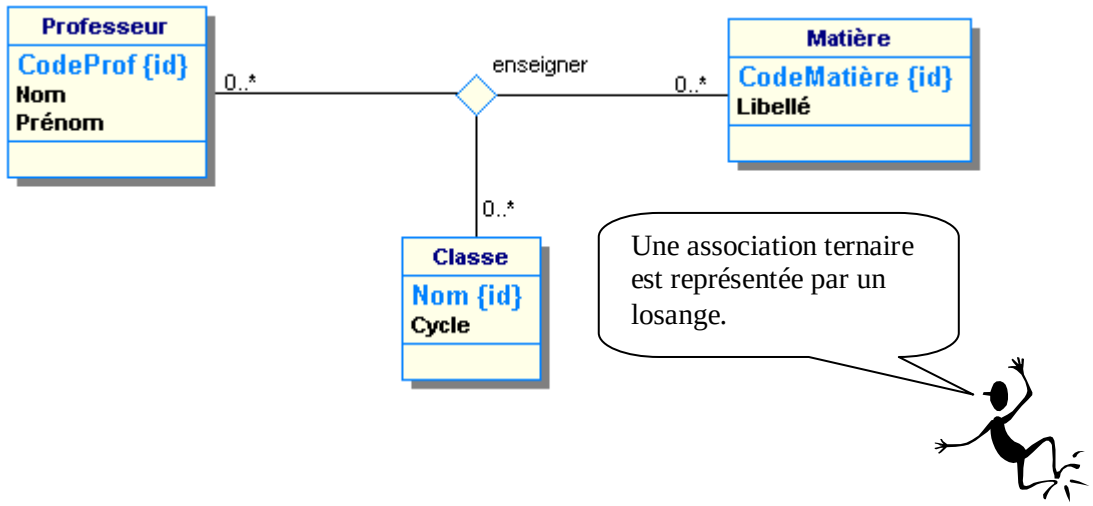
A partir des 3 classes ***Professeur****(CodeProf_{id}, Nom, Prénom);* ***Matière****(CodeMatière_{id}, Libellé)* et ***Classe****(Nom_{id} ,Cycle)* il s'agit de créer un MCD qui renseigne sur le fait quelle matière est enseignée dans quelle classe par quel professeur pour une année scolaire donnée.

Exercice

Essayez de montrer les limites/défauts d'un MCD qui représente l'énoncé de l'exemple précédent en utilisant uniquement des associations binaires.

Solution de l'exemple précédent :

Voici une solution avec une association ternaire

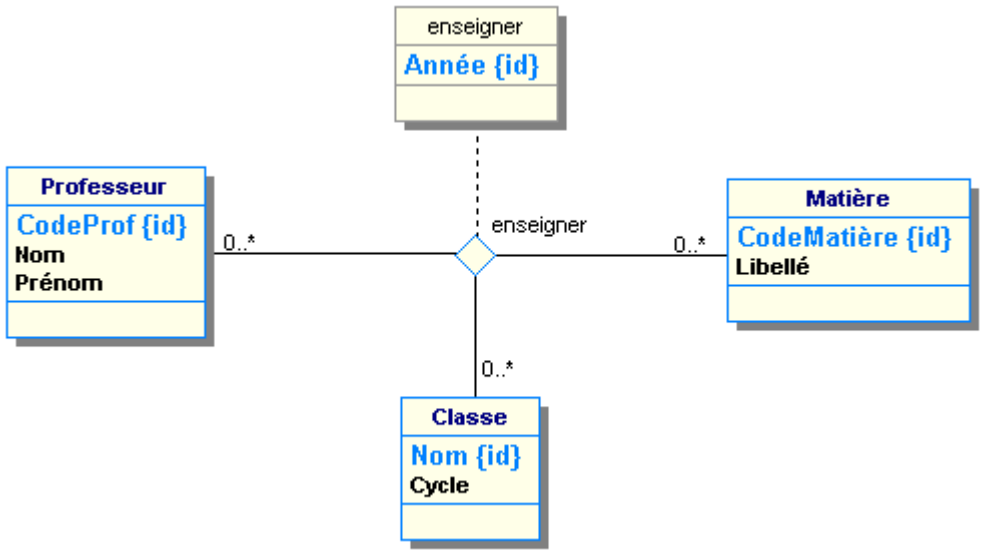


On peut lire/interpréter ce modèle de trois façons différentes:

- Chaque couple d'instanciations *Professeur* / *Matière* est associé au minimum à 0 et au maximum à plusieurs *Classes* (➔ Multiplicités 0..* du côté *Classe*).
- Chaque couple d'instanciations *Matière* / *Classe* est associé au minimum à 0 et au maximum à plusieurs *Professeurs* (➔ Multiplicités 0..* du côté *Professeur*).
- Chaque couple d'instanciations *Classe* / *Professeur* est associé au minimum à 0 et au maximum à plusieurs *Matières* (➔ Multiplicités 0..* du côté *Matière*)

Attention: Selon ce modèle, plusieurs professeurs peuvent enseigner la même matière dans une même classe pendant une année scolaire. Si on veut représenter le fait qu'une matière est enseignée dans une classe par au maximum un seul professeur, il suffit de changer les multiplicités du côté *Professeur* en 0..1 .

Solution qui permet la gestion sur plusieurs années scolaires.



On peut dire que chaque instanciation de l'association *enseigner* associe un professeur à une matière et une classe pour une année donnée. Ou encore, ce modèle nous permet de montrer pour chaque année scolaire quelle matière est enseignée dans quelle classe par quel professeur.

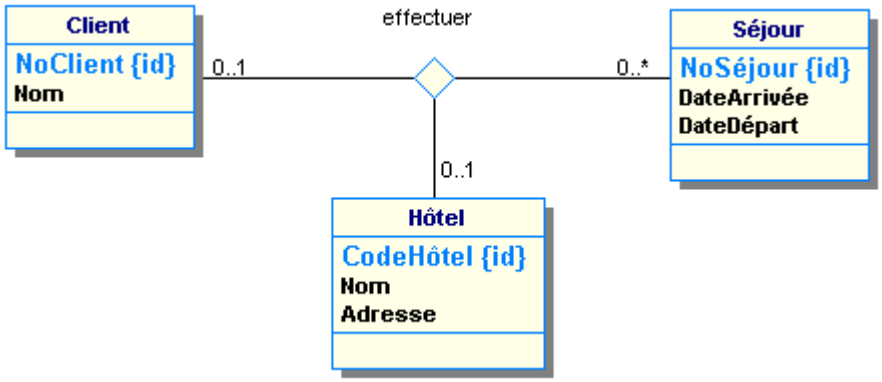
L'identifiant de l'association *enseigner* est le quadruple *CodeProf_{id}* / *CodeMatière_{id}* / *Nom_{id}* / *Année_{id}*.
Il n'est pas toujours facile de déterminer quand il faut utiliser une association ternaire. Généralement, on peut affirmer que si plusieurs des classes liées à une association ternaire possèdent une multiplicité maximale de 1, la modélisation n'est pas optimisée dans le sens

[1] "De UML à SQL" Christian Soutou / Eyrolles

qu'il faudrait mieux décomposer l'association ternaire, c.à.d. la représenter par 2 associations binaires.

Exemple :

La direction d'une chaîne d'hôtels désire gérer les séjours des clients dans les différents hôtels. Comme on peut effectivement dire "*Un client effectue un séjour dans un hôtel*" on est amené à proposer la modélisation suivante.

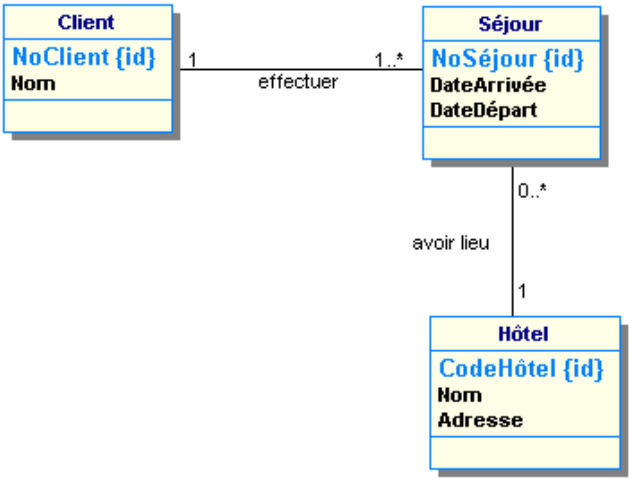


On peut lire/interpréter ce modèle de trois façons différentes:

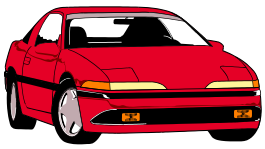
- Chaque couple d'instanciations *Client* / *Hôtel* est associé au minimum à 0 et au maximum à plusieurs *Séjours* (➔ Multiplicité 0..* du côté *Séjour*). (On considère techniquement chaque combinaison *Client* / *Hôtel* possible).
- Chaque couple d'instanciations *Client* / *Séjour* est associé au minimum à 0 et au maximum à un *Hôtel* (➔ Multiplicité 0..1 du côté *Hôtel*).
- Chaque couple d'instanciations *Séjour* / *Hôtel* est associé au minimum à 0 et au maximum à un *Client* (➔ Multiplicité 0..1 du côté *Client*).

Chaque instanciation de l'association *effectuer* associe donc un séjour à un client et à un hôtel.

Or, cette modélisation porte une contrainte supplémentaire, puisque les multiplicités 0..1 nous indiquent que pour chaque instanciation de *Séjour* il ne peut exister qu'une et une seule instanciation de l'association. Donc chaque séjour est associé une et une seule fois à une combinaison client/hôtel. Dans ce cas il vaut mieux décomposer l'association ternaire en deux associations binaires:



3.4.9 Exercices



Exercice 1

Voici le résultat simplifié d'une analyse faite auprès d'une compagnie d'assurance qui désire informatiser la gestion des contrats auto.

- Un client peut assurer plusieurs voitures auprès de la compagnie. Chaque voiture est assurée par un seul contrat. Un contrat assure une seule voiture.
- En ce qui concerne un client, la compagnie désire connaître son nom, prénom, adresse complète, numéro de téléphone ainsi qu'un numéro de compte bancaire avec indication de la banque. Un client est considéré comme tel à partir de son premier contrat.
- Chaque contrat contient un numéro de contrat unique, la prime annuelle à payer, la date de paiement annuel, la marque de la voiture, le modèle de la voiture, le numéro d'immatriculation de la voiture, la valeur de la voiture et la date d'acquisition de la voiture.

En ignorant la méthode de modélisation, on pourrait créer une BD avec une seule table ayant un champ pour chaque donnée indiquée dans l'analyse. On aurait donc les données des clients et des contrats dans une seule table. Quels en seraient les inconvénients ?

Créez le modèle conceptuel des données correspondant à cette situation

Solution:

Exercice 2

Le responsable d'un magasin de location de DVD désire informatiser le système de gestion des locations. Voici les informations recueillies pendant l'analyse:

- Un membre est caractérisé par son numéro membre, son nom, son prénom, son adresse ainsi que sa date de naissance. Dès que la carte de membre est payée (paiement unique), le membre est enregistré dans le système et il peut désormais louer des cassettes vidéo.
- Un film est caractérisé par un numéro film, un titre, un code langue, un code genre et une durée. Le même film peut être disponible en plusieurs exemplaires. Il existe au minimum un exemplaire de chaque film. Un exemplaire est déterminé par un numéro exemplaire ainsi que la date d'achat de l'exemplaire.
- Lors d'une location, un membre peut louer plusieurs films en même temps. En principe, une location a une durée d'un jour, mais cette durée peut être prolongée. Nous supposons qu'un membre rend tous les exemplaires loués en une seule fois.

Créez le modèle conceptuel des données

Solution:

Exercice 3

Afin d'informatiser la gestion des séances du cinéma **Limelight**, vous disposez des informations suivantes.

- Un film est enregistré dans le système d'information dès que la (les) copie(s) sont arrivées au cinéma. A partir de ce moment, on commence directement à programmer des séances pour le film en question. Comme le même film n'est jamais montré dans deux séances parallèles, on peut ignorer la gestion des copies.
- Un film est représenté par un numéro courant interne, qui lui est affecté par le gestionnaire des séances. En plus, on s'intéresse pour le titre, la langue et la durée du film. Lorsqu'un film apparaît en plusieurs langues différentes, on crée dans le système d'information simplement un enregistrement par langue.
- Chaque film est accompagné en général d'une fiche technique, qui renseigne en outre sur le système son du film (p.ex. DOLBY, THX etc.). Cette information est importante, puisque les capacités en ce qui concerne la reproduction du son varient d'une salle à l'autre. Une salle peut supporter plusieurs systèmes différents, tandis qu'un film est tourné en utilisant un seul système son. Un système son est caractérisé par un code identificateur ainsi qu'un libellé. Chaque système son est au moins supporté par une salle et au moins utilisé par un film.
- Le cinéma dispose actuellement de 12 salles, avec 3 nouvelles salles en construction. Une salle est prise en compte dans le système d'information, dès qu'elle accueille des séances. Une salle est caractérisée par son numéro, sa capacité ainsi que des informations concernant le support des différents systèmes son.
- Le système d'information doit permettre de vendre des tickets pour une séance donnée, même plusieurs jours en avance. La réservation des sièges n'étant pas demandée, il est toutefois nécessaire que le système soit capable de prévenir un excès de la capacité d'une salle en ce qui concerne le nombre de tickets vendus.
- La gestion des prix pour les tickets se fait au niveau des séances, puisque le prix pour voir un même film peut varier d'une séance à une autre (p.ex. Tarif réduit les lundis à 16h00).
- Une séance, qui se déroule évidemment dans une seule salle, est identifiée par un numéro courant.

Créez le modèle conceptuel des données

Solution:

Exercice 4

Un club de vente de livres par correspondance propose à ses membres l'achat d'un ou de plusieurs livres via des bons de commandes. Pour cela, des bons de commandes ainsi qu'un catalogue sont envoyés à tous les membres deux fois par an.
Le responsable du club désire informatiser la gestion des commandes de livres. Voici à titre d'exemple un bon de commande:

Bicherwuerm S.à r.l.

Commande de livres

Votre numéro membre : **123578**

✉ Veuillez nous indiquer des changements éventuels de vos coordonnées personnelles.

Nom: _____ Prénom: _____
Adresse: _____ CP: _____
Localité: _____ No. Téléphone: _____

Votre commande :

✉ Indiquez s.v.p. pour chaque livre le numéro ISBN et le titre (voir catalogue).

	Numéro ISBN	Titre
1		
2		
3		
4		
5		

Cher membre

Les livres commandés vous seront envoyés le plus vite possible. Une facture vous parviendra après livraison complète.

- Au moment où un membre renvoie un bon de commande, une nouvelle commande est créée dans le système. Une commande est identifiée par un numéro de commande et caractérisée en plus par une date de commande. Les livres disponibles de la commande sont envoyés tout de suite au membre.
- Pour devenir membre du club, il suffit d'effectuer une fois une commande via des bons de commandes légèrement modifiés (p.ex. pas de numéro de membre), et d'indiquer les coordonnées personnelles.
- Tous les livres présents dans le catalogue sont également stockés dans le système. Un livre est identifié par son numéro ISBN et caractérisé en plus par un titre, un genre (p.ex. ROMAN, HISTOIRE, BIOGRAPHIE, TECHNIQUE ...), une langue (p.ex. ALL,

FRA ...), le nom de l'auteur, le prix de vente et le nombre d'exemplaires disponibles en stock.

- Une facture est identifiée par un numéro de facture et caractérisée en plus par une date de facture.
- Afin de garantir qu'une facture n'est créée et envoyée au membre qui a effectué la commande correspondante qu'au moment où tous les livres de la commande ont été livrés, le système doit être capable de vous informer quels livres de la commande ont déjà été envoyés au membre et quels livres n'ont pas encore été envoyés au membre (p.ex. livre non disponible en stock au moment de la réception de la commande).
- A chaque commande est affectée un seul employé. Un employé est identifié par un code employé (p.ex. WEBJO = Weber Jos). Le responsable du club de vente veut également savoir quel employé (Nom & Prénom) traite quelle commande. Nous supposons que chaque employé a déjà traité des commandes.
- De temps en temps, le responsable de la facturation désire avoir un relevé des factures non encore payées.

Créez le modèle conceptuel des données

Solution:

Exercice 5

Le commandant de la brigade municipale des Sapeurs-Pompiers d'Esch-sur-Alzette se propose d'informatiser la gestion des différentes interventions. Etant responsable de l'administration de la brigade, vous êtes en charge de créer une base de données pour stocker les informations relatives aux interventions.

PARTIE 1

Voici le résultat de l'analyse préliminaire menée auprès des responsables de la brigade (p.ex. le commandant, le sous-commandant …)

- Chaque intervention est identifiée par un numéro unique
- Une intervention est en plus caractérisée par une date, une adresse et un type d'intervention (p.ex. Incendie, Accident, Inondation)
- Pour chaque intervention, on veut savoir quels sapeurs-pompiers y ont participé
- Un sapeur-pompier est caractérisé par un numéro d'identification, son nom, son prénom, sa date de naissance ainsi qu'un grade (p.ex. sapeur, chef de section, sous-commandant, commandant)

Travail à réaliser:

Créez le modèle conceptuel des données

PARTIE 2

Le commandant vous demande de représenter également l'utilisation des véhicules de la brigade. Lors d'une intervention, les sapeurs-pompiers sont affectés aux différents véhicules selon les circonstances. Jusqu'à présent, le commandant a rempli une fiche pour chaque intervention (Exemple: voir page suivante)

- Un véhicule est identifié par son numéro d'immatriculation
- Un véhicule est en plus caractérisé par un type de véhicule (p.ex. Echelle, Transport ...), une marque, et le nombre de places disponibles

Travail à réaliser:

Créez le modèle conceptuel des données

Service Incendie – Esch-sur-Alzette

Fiche d'intervention

No-Intervention: Date: Type: **Incendie**

Adresse:

Véhicule	Sapeur
Echelle Magirus-Deutz	**Emilio Pegaso**
	Jang van der Heck
Camion à double pompe	**Toto Alnasso**
	Jemp Grisu
Transport Ford Transit	**Emil Zweemil**
	Kathrin Allburn
	Metti Paletti
	Jacques Guddebuer
	Hary Beau

Signature responsable: _____

Solution PARTIE 1

Solution PARTIE 2

Exercice 6

Il s'agit d'informatiser la gestion des séjours des patients d'un hôpital, ainsi que la gestion des interventions effectuées par les médecins. Jusqu'à présent, cette gestion s'est effectuée à l'aide des fiches suivantes.

Hôpital Municipal de Heinerscheid

Gestion des séjours et interventions

PATIENT
No Matricule:
Nom:
Prénom:
Adresse:
Code Postal:
Localité:
Caisse de maladie:

SEJOUR
No Séjour:
Date Arrivée:
Date Départ:
Frais à charge du patient:
No Chambre:
Etage:
Classe:

INTERVENTION(S):

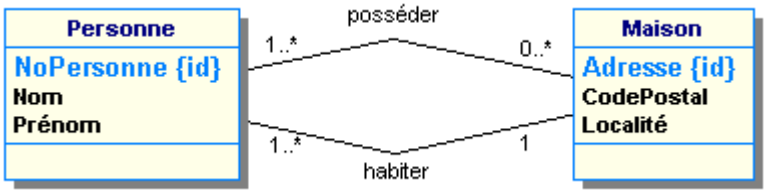
Code intervention:	Description:	Date:	Code Médecin:	Nom:	Prénom:

- Nous supposons qu'un patient occupe la même chambre pendant toute la durée de son séjour.
- A part des informations concernant les médecins, qui se trouvent déjà sur les fiches, on désire stocker dans le système d'information le numéro de téléphone et la spécialité de chaque médecin.
- Les interventions sont identifiées par un code et caractérisées en plus par une description. L'hôpital dispose d'une liste d'interventions prédéfinies. (p.ex. 0236 Tomographie du crâne)
- Les données actuelles sont migrées dans la nouvelle application informatique.

3.4.10 Cas particuliers du MCD

3.4.10.1 Plusieurs associations différentes entre deux classes

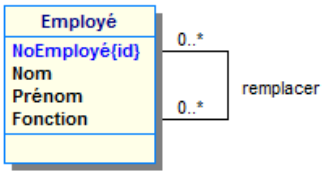
Exemple:



Une personne, qui habite dans une maison n'est pas toujours propriétaire de cette maison, tandis que le propriétaire d'une maison ne doit pas nécessairement habiter dans celle-ci. Il incombe donc de représenter le fait de posséder une maison par une association séparée et le fait d'habiter dans une maison par une association séparée.

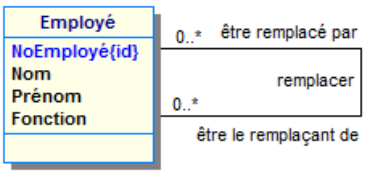
3.4.10.2 Association réflexive et rôle

Exemple 1:



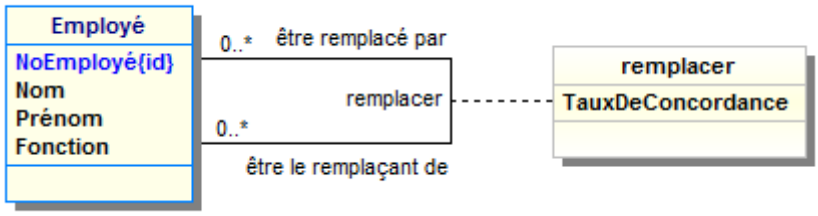
Une association réflexive, est une association, dont les deux extrémités sont liées à une même classe. La signification des extrémités d'une association réflexive doit être clarifiée par l'indication d'un rôle.

Nous avons donc:



Interprétation des rôles:
Un employé est le remplaçant d'au minimum 0 et d'au maximum plusieurs autres employés.
Un employé est remplacé par au minimum 0 et au maximum par plusieurs autres employés.

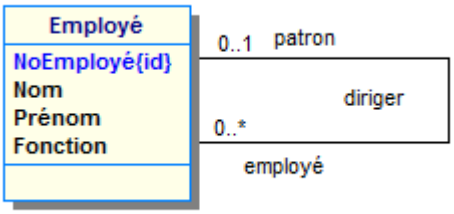
Une association réflexive peut également avoir une classe-association.



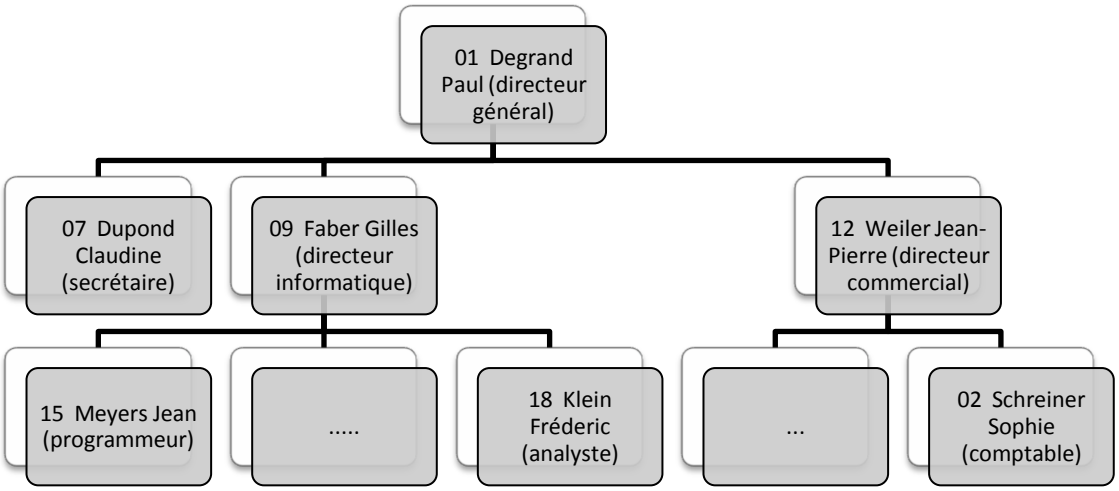
Cette modélisation permet de représenter le taux de concordance entre les employés.

Exemple 2:

Il en va de même pour l'association reliant un employé à son directeur (en supposant qu'un directeur dirige des employés et qu'un employé est subordonné à un directeur. Le directeur général est également considéré comme un employé mais n'est pas subordonné à un directeur).



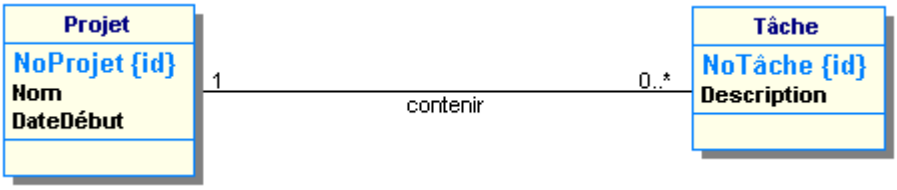
Exemple :



3.4.10.3 Agrégation de composition

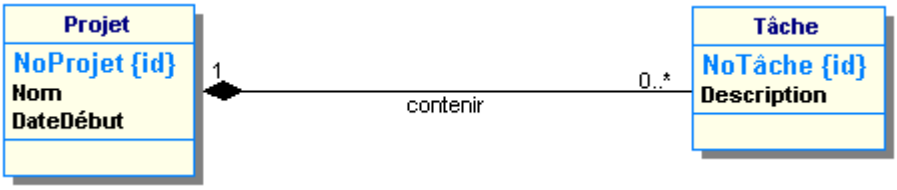
Certaines classes ont une existence complètement dépendante d'une autre classe. Ainsi, une classe A est complètement dépendante d'une classe B, c.à.d. qu'un objet de la classe A ne peut pas exister sans être relié à un et un seul objet de la classe B, si les multiplicités concernant la classe A sont 1 (1..1).

Exemple 1:



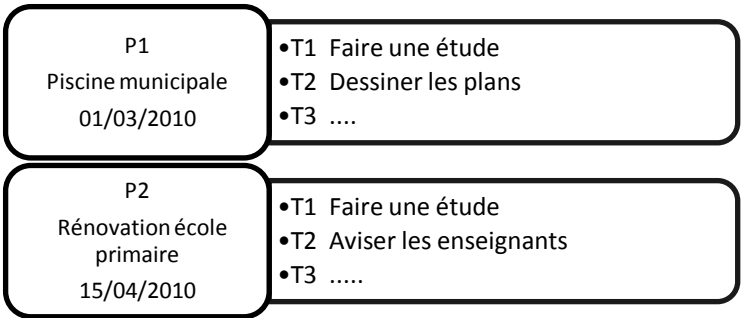
La classe *Tâche* est complètement dépendante de la classe *Projet*. Une tâche ne peut pas exister sans être reliée à un et un seul projet.
L'exemple ci-dessus représente en plus de cette dépendance encore la notion de composition. En effet, un projet est composé de tâches. La suppression d'un projet entraîne la suppression de toutes les tâches qui le composent.

Dans ce cas on peut utiliser une agrégation de composition qui est représentée en UML par un losange noirci du côté de la classe *Projet*.



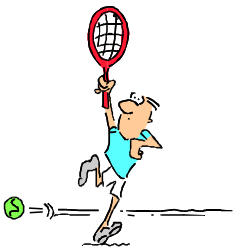
Ainsi, une tâche n'est plus identifiée uniquement par un *NoTâche_{id}* mais par une combinaison *NoProjet_{id}* / *NoTâche_{id}*. Ou, pour le dire autrement, la numérotation des tâches recommence à 1 pour chaque nouveau projet.
Le même numéro de tâche est donc susceptible d'apparaître dans plusieurs projets. Toutefois, on peut affirmer qu'en relation à un certain numéro de projet, le numéro de tâche est unique.

Exemple :



L'agrégation de composition représente le fait que les objets d'une classe (composite) sont composés d'objets d'une autre classe (composant). Les objets de la classe composante sont implicitement identifiés par l'identifiant de cette même classe et par l'identifiant de la classe composite.

3.4.11 Exercices

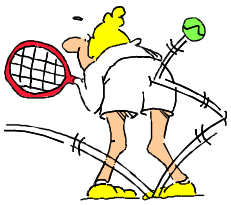


Exercice 1

Un club de tennis vous demande d'informatiser la gestion des réservations des différents terrains. A ces fins, vous disposez des informations suivantes.

- Le club dispose d'une liste de membres. Quiconque veut jouer sur un des terrains, doit devenir membre du club.
- Un membre est caractérisé par un numéro interne au club, par son nom, prénom, adresse, code postal, localité, numéro de téléphone ainsi qu'une indication s'il est un joueur licencié auprès de la fédération de tennis ou non.
- Pour chaque réservation, on désire connaître l'identité des deux joueurs membres. Au cas où quatre joueurs réserveraient un terrain, uniquement deux joueurs sont enregistrés dans le système.
- Le club dispose de plusieurs terrains, dont certains sont couverts. On distingue en plus le type du terrain selon la nature du sol (p.ex. Sable, Herbe etc.)
- Une réservation se fait pour une date précise par tranches d'une heure.

Créez le MCD correspondant.



Solution

Exercice 2

Une société aérienne utilise à présent les fiches suivantes pour la gestion des ressources.

Vol No. : 98-8-798

	Date	Heure	Code Aéroport	Nom Aéroport	Ville	Pays
Départ	24/08/98	7h45	FIN	Findel	Lux	Lux
Arrivée	24/08/98	9h00	LHR	Heathrow	Lon	UK

Avion				
No	**Marque**	**Type**	**Portée (km)**	**Capacité Passagers**
23	Boeing	737-400	3810	147

Commandant				
No	**Nom**	**Prénom**	**Date de naissance**	**Brevet**
726	Weber	Jos	13/06/65	PP-IFR/EP/DA

Co-pilote				
No	**Nom**	**Prénom**	**Date de naissance**	**Brevet**
813	Meier	Emil	23/04/73	PP-IFR

Personnel de cabine		
No	**Nom**	**Prénom**
1072	Feller	Nathalie
1014	Pinto	Tania
1103	Weis	Laurent

Sachant que la société entretient déjà une BD avec tous les employés et avions et qu'un pilote peut être commandant d'un vol et co-pilote d'un autre vol, proposez un MCD, qui permet l'informatisation de la gestion des ressources.

Solution

Exercice 3

Un nouveau parc de vacances va prochainement ouvrir ses portes au Luxembourg. Dans ce parc, les visiteurs sont logés dans des bungalows. Vous êtes chargé de l'implémentation d'un système informatisé pour gérer les réservations des bungalows.

Après plusieurs réunions avec les responsables de la gestion du parc, vous avez collectionné les informations suivantes.

- Le parc est subdivisé en plusieurs zones, dont chacune contient environ 40 – 50 bungalows. Chaque zone dispose de ses propres magasins, restaurants, piscines etc. .

  Pour l'ouverture du parc, les zones suivantes sont prêtes à accueillir des visiteurs.

Zone	Situation	Description
Texas	Nord	Imitation "Kloondike-City" avec Saloon, Sheriff Office . . .
Chine	Est	Chine traditionnelle avec temple, palais . . .
Hawaï	Sud-est	Atmosphère tropicale avec palmiers, mer artificielle . . .
Camelot	Sud	Ambiance médiévale autour d'un magnifique château ...
Liliput	Centre	Zone comportant plein d'éléments des contes bien connus

  Les bungalows sont parfaitement intégrés dans l'atmosphère correspondante de leur zone.

- Chaque bungalow du parc appartient à une des catégories suivantes, de façon indépendante à sa situation (zone).

Catégorie	Description	Capacité	Prix par nuit
A	Bain ou douche / WC sép. / TV	3	30 €
B	Bain et douche / WC sép. / TV / Terrasse	3	38 €
C	Bain ou douche / WC sép. / TV	5	50 €
D	Bain et douche / WC sép. / TV / Terrasse	5	58 €
E	Bain et douche / WC sép. / TV / Terrasse	7	75 €

- Afin de faciliter la gestion des bungalows, le responsable du service Comptabilité vous demande de prévoir uniquement des nombres avec 2 positions pour numéroter les bungalows. Stockez également la superficie de chaque bungalow dans le système.

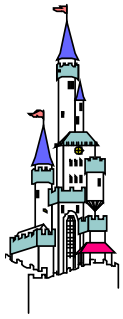
- Les clients peuvent effectuer des réservations. Une réservation concerne un seul bungalow. Suite à une réservation, une fiche de réservation est immédiatement envoyée au client. Deux semaines avant la date d'arrivée au parc, une facture correspondante est envoyée au client. Cette facture doit être réglée avant l'arrivée au parc. Le responsable de la facturation veut évidemment garder trace des informations contenues sur les factures. Le responsable de la réception désire voir dans le système si une facture correspondant à une réservation a déjà été payée ou non.

- Lors de la réservation d'un bungalow, le client a le choix entre les suppléments suivants.

Code supplément	Description	Prix (par personne) par jour
01	Literie	3 €
02	Livraison à domicile du petit déjeuner	8 €
03	Livraison à domicile du quotidien	2 €

- Voici un modèle d'une fiche de réservation

Wonderland S.à r.l.



Parc de bungalows
3, am Boesch
L-8899 Schlindermanderscheid
G.D.Luxembourg
Tél: (Lux)+345566 / Fax: (Lux)+345567

Fiche de réservation

Client
Numéro: 340
Nom: Weber
Prénom: Jos
Adresse: 23, rue Principale
Code postal: L-8765
Localité: Grevenmacher
Pays: Luxembourg
No. Passeport: 87699
No. Téléphone: (Lux)+348845

Réservation
No: 589
Date d'arrivée: 03/09/98
Date de départ: 07/09/98
Nombre de personnes: 4
Bungalow
Zone: Liliput
Numéro: 19
Catégorie: Bain et douche / WC sép. / TV / Terrasse
Capacité: 5

Suppléments	
Code supplément	Description
01	Literie
03	Livraison à domicile du quotidien

Une facture vous sera envoyée environ 2 semaines avant votre arrivée au parc. Cette facture est à régler avant l'arrivée au parc. Nous vous souhaitons un beau séjour au parc Wonderland. Si vous avez encore des questions, n'hésitez pas à nous contacter.

Arsène Lupin

RESERVATION MANAGER

- Une facture reprend exactement les mêmes informations, avec en plus la date d'envoi de la facture et le prix total à payer.

- Un client est uniquement considéré comme tel à partir de la première fois qu'il effectue une réservation.

Créez le modèle conceptuel

Solution

3.5 Le modèle logique des données (MLD)

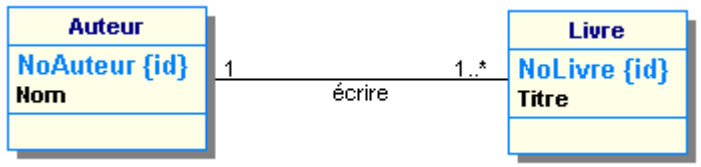
3.5.1 Définition

Jusqu'à présent nous avons établi des MCD basés sur une analyse d'un domaine bien défini (p.ex. Gestion des séances d'un cinéma, Gestion des séjours des patients d'un hôpital etc.). La finalité d'un MCD est de nous faciliter la création d'une base de données pour gérer un tel domaine.
Nous savons également qu'une base de données est constituée par un ensemble de tables, dont chacune est composée de champs de données.
Or, le MCD ne connaît pas la notion de table, tandis qu'une base de données ne connaît pas le concept des classes reliées entre-elles via des associations avec des multiplicités.
Pour cela, il existe un autre modèle, le **modèle logique des données (MLD)**, qui utilise essentiellement le formalisme des tables logiques. Un MLD, qui est toujours basé sur un MCD donné, contient donc toutes les informations de ce MCD, mais les représente à l'aide d'un formalisme différent qui est très adapté aux structures d'une base de données.
Tandis que le MCD représente un système d'information d'une façon générale et indépendante d'un système informatique, le MLD tient compte de la réalisation par le biais d'un SGBD.

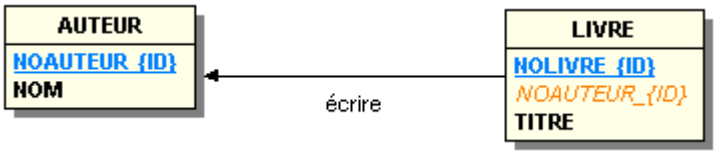
Un MLD est essentiellement composé de tables logiques reliées entre elles par des flèches.

Voici un exemple qui montre un MCD avec son MLD correspondant:

MCD



MLD



Exercice

En vous référant à l'exemple précédent, répondez brièvement aux questions suivantes.

1. Comment est-ce qu'on traduit une classe du MCD dans le MLD ?

2. Comment est-ce qu'on traduit un attribut d'une classe du MCD dans le MLD ?

3. Comment est-ce qu'on traduit un identifiant d'une classe du MCD dans le MLD ?

4. Comment est-ce qu'on traduit l'association *écrire* avec ses multiplicités du MCD dans le MLD ?

5. Le MCD nous dit que chaque livre est uniquement écrit par un seul auteur (multiplicité max.), tandis qu'un auteur peut écrire plusieurs livres. Comment est-ce qu'on peut retrouver ces informations dans le MLD ?

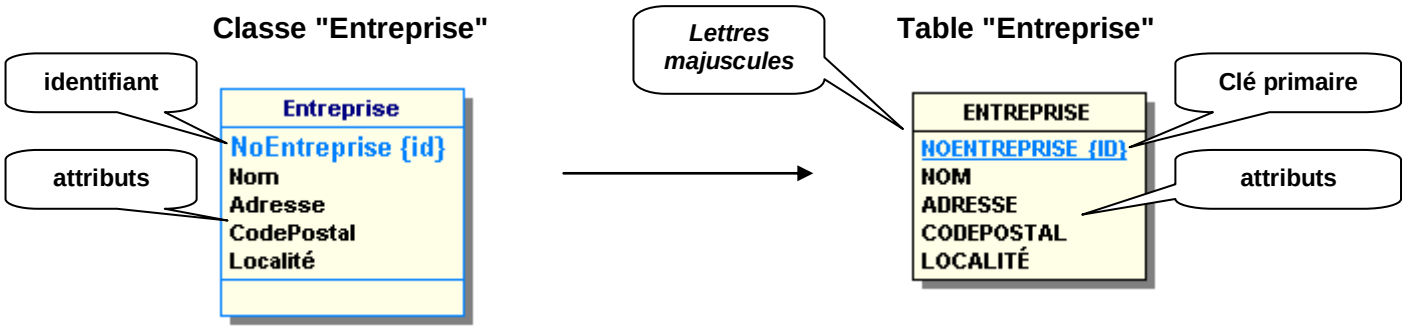
3.5.2 Règles de transformation du MCD au MLD

Nous allons définir les règles de transformation pour le passage du MCD au MLD, en respectant les différents cas qui se posent.

3.5.2.1 Transformation des classes

Toute classe est transformée en table. Les attributs de la classe deviennent les attributs de la table. L'identifiant de la classe devient la clé primaire de la table. La clé primaire est soulignée.

Exemple:

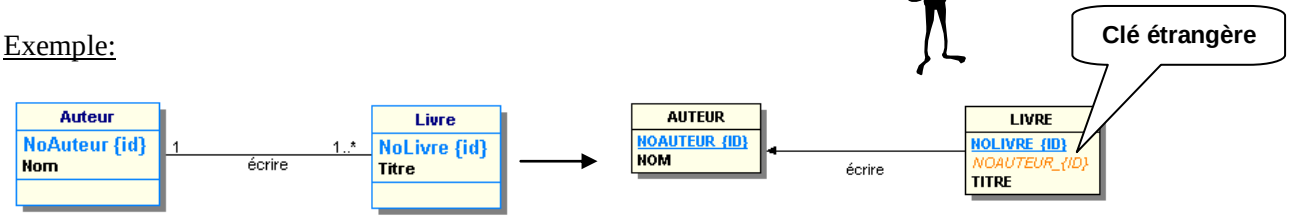


3.5.2.2 Transformation des associations binaires du type[1] (x..) – (x..1)*

Afin de représenter l'association, on duplique la clé primaire de la table basée sur la classe à multiplicité (x..*) dans la table basée sur la classe à multiplicité (x..1). Cet attribut est appelé clé étrangère. La clé étrangère est écrite en couleur.
Les deux tables sont liées par une flèche nommée selon l'association, qui pointe de la table à clé étrangère vers la table qui contient la clé primaire correspondante. Lorsque l'association contient elle-même des attributs[2] (classe-association), ceux-ci deviennent également attributs de la table dans laquelle a été ajoutée la clé étrangère.

Rappel: Les multiplicités d'une classe sont inscrites à l'extrémité opposée de l'association.

Exemple:



L'attribut *NOAUTEUR_{ID}* qui est clé primaire de la table *AUTEUR*, devient clé étrangère dans la table *LIVRE*.

[1] x peut prendre les valeurs 0 ou 1
[2] Bien que ce cas n'apparaisse que très rarement, il est possible pour les multiplicités (x..*) - (0..1)

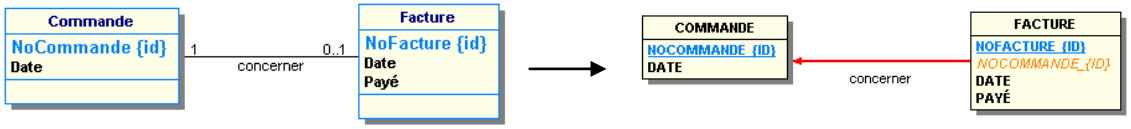
3.5.2.3 Transformation des associations binaires du type (x..1) – (x..1)

Nous devons distinguer plusieurs cas. Sachant qu'une association binaire du type (1..1)-(1..1) ne doit pas exister il nous reste les 2 cas suivants:

Association binaire (0..1)-(1..1)

On duplique la clé primaire de la table basée sur la classe à multiplicité (0..1) dans la table basée sur la classe à multiplicité (1..1).

Exemple:

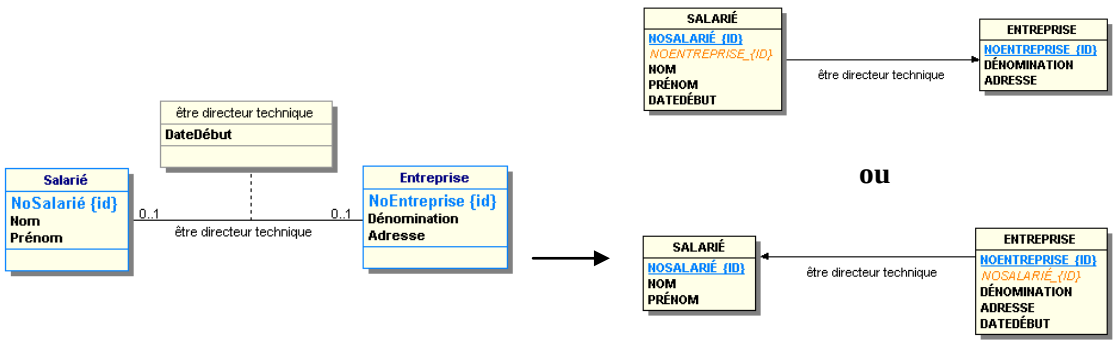


Le *NOCOMMANDE_{ID}*, qui est clé primaire de la table *COMMANDE*, devient clé étrangère dans la table *FACTURE*.

Association binaire (0..1)-(0..1) !!! Ne figure actuellement pas au programme de la classe 13CG

On duplique la clé primaire d'une des tables dans l'autre. Lorsque l'association contient elle-même des attributs (classe-association), ceux-ci deviennent également attributs de la table dans laquelle a été ajoutée la clé étrangère.

Exemple:

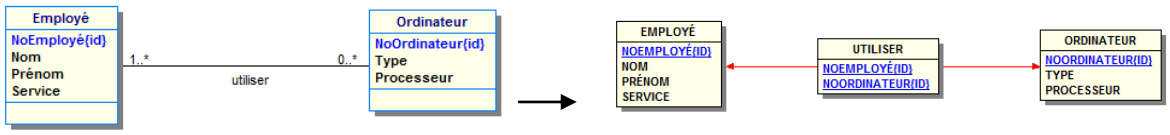


Soit on migre la clé primaire de la table *ENTREPRISE* dans la table *SALARIE*, soit on fait l'inverse.

3.5.2.4 Transformation des associations binaires du type (x..*) – (x..*)

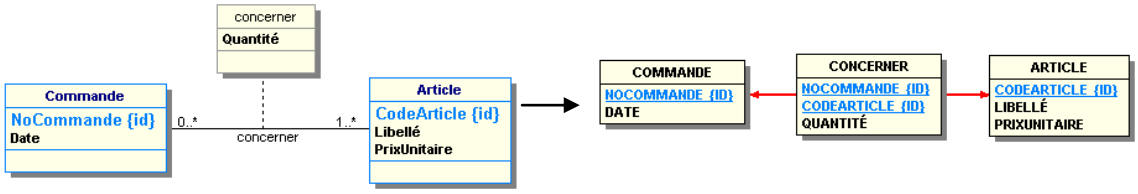
On crée une table supplémentaire, portant le nom de l'association et ayant comme clé primaire une clé composée des clés primaires des 2 tables.
Lorsque l'association contient elle-même des attributs (classe-association), ceux-ci deviennent attributs de la table supplémentaire.
Un attribut d'une classe-association qui fait parti de l'identifiant devra appartenir à la clé primaire composée de la table supplémentaire.

Exemple 1:



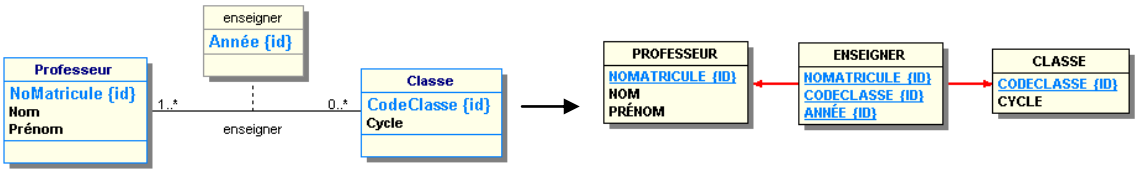
On crée une table *UTILISER*, qui contient comme clé primaire une clé composée *de NOEMPLOYÉ{ID}* et *NOORDINATEUR{ID}*.

Exemple 2:



On crée une table *CONCERNER*, qui contient comme clé primaire une clé composée *de NOCOMMANDE_{ID}* et *CODEARTICLE_{ID}*. Elle contient également l'attribut *QUANTITÉ* issu de l'association *concerner*.

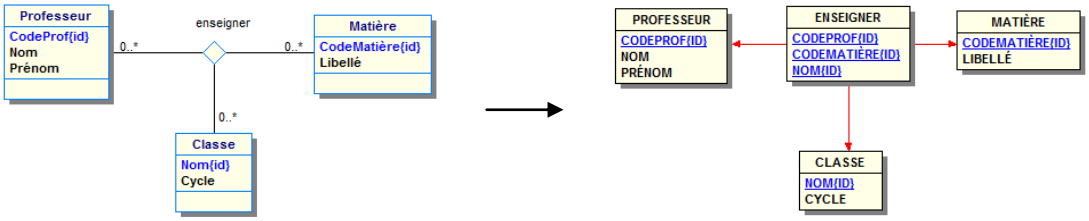
Exemple 3:



3.5.2.5 Transformation des associations ternaires

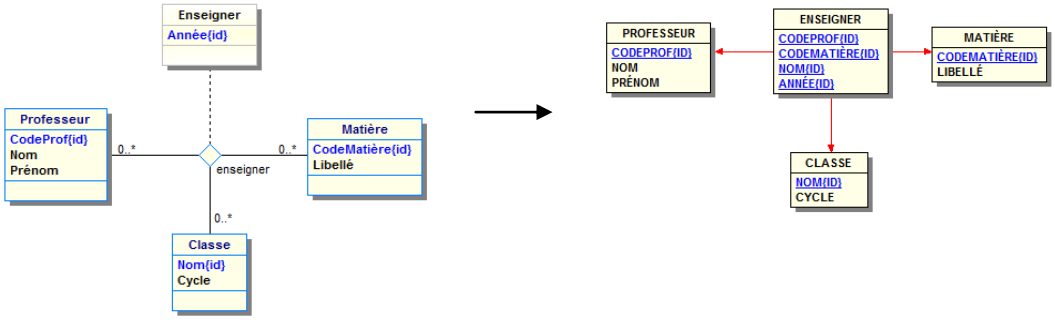
On crée une table supplémentaire, portant le nom de l'association ternaire et ayant comme clé primaire une clé composée des clés primaires de toutes les tables reliées. Cette règle s'applique de façon indépendante des différentes multiplicités.
Lorsque l'association contient elle-même des attributs (classe-association), ceux-ci deviennent attributs de la table supplémentaire.
Un attribut d'une classe association qui fait parti de l'identifiant devra appartenir à la clé primaire composée de la table supplémentaire.

Exemple 1:



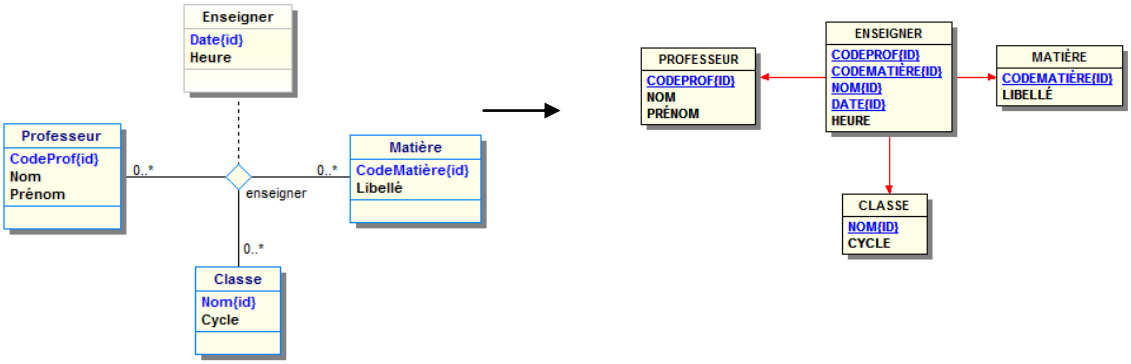
La table *ENSEIGNER* contient une clé composée de *CODEPROF{ID}, CODEMATIÈRE{ID} et NOM{ID}.*

Exemple 2:



La table *ENSEIGNER* contient une clé composée de *CODEPROF{ID}, CODEMATIÈRE{ID}, NOM{ID} et ANNÉE{ID}.*

Exemple 3:

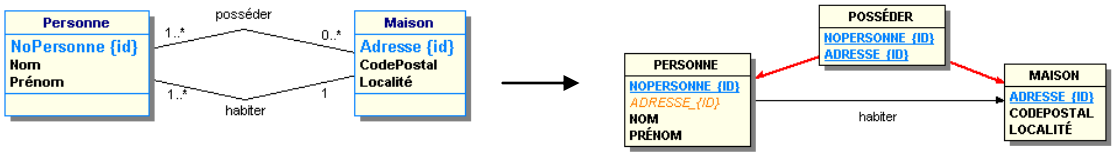


La table *ENSEIGNER* contient une clé composée de *CODEPROF{ID}, CODEMATIÈRE{ID}, NOM{ID}*, ANNÉE{ID} et l'attribut HEURE.

3.5.2.6 Transformation de plusieurs associations entre 2 classes

Les règles générales s'appliquent

Exemple:

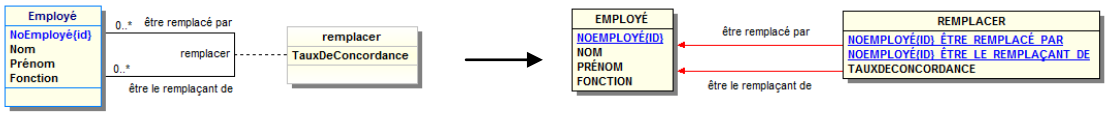


L'association *habiter* du type (x..*)-(x..1), est traduite par la migration de l'attribut *ADRESSE_{ID}* dans la table *PERSONNE*.
L'association *posséder* du type (x..*)-(x..*) est traduite par la création d'une table supplémentaire du même nom. Cette table contient comme clé primaire composée, les clés des deux tables reliées *PERSONNE* et *MAISON*.
On a donc simplement appliqué 2 fois de façon indépendante les règles de transfert MCD → MLD.

3.5.2.7 Transformation des associations réflexives

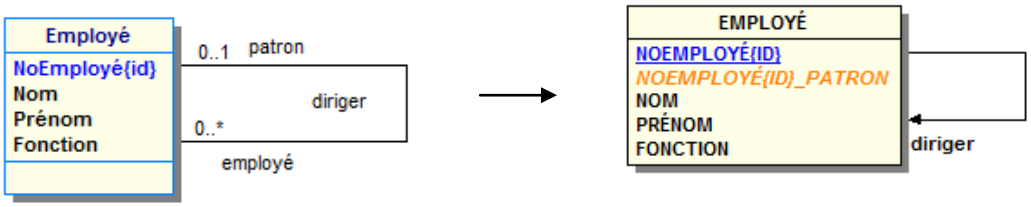
Nous appliquons les règles générales, avec la seule différence que les deux extrémités de l'association sont reliées à la même classe.

Exemple 1:



Comme il s'agit d'une association (x..*)-(x..*), une table supplémentaire *REMPLACER* est créée. Cette table contient comme clé primaire composée, la clé des "deux" classes reliées. Comme la même classe est liée 2 fois à l'association, on ne peut pas utiliser 2 fois le même nom pour les clés migrées. Ainsi, **il convient d'intégrer les rôles du MCD dans le nom des clés migrées**.
Remarque pour les paresseux ☺ : On peut laisser de côté le rôle dans le nom d'une des deux clés migrées.

Exemple 2:



Comme il s'agit d'une association (x..*)-(x..1), nous devons dupliquer la clé primaire, tout en veillant à ce que le même nom ne soit pas utilisé pour la clé primaire et la clé étrangère.

3.5.2.8 Transformation de l'agrégation de composition

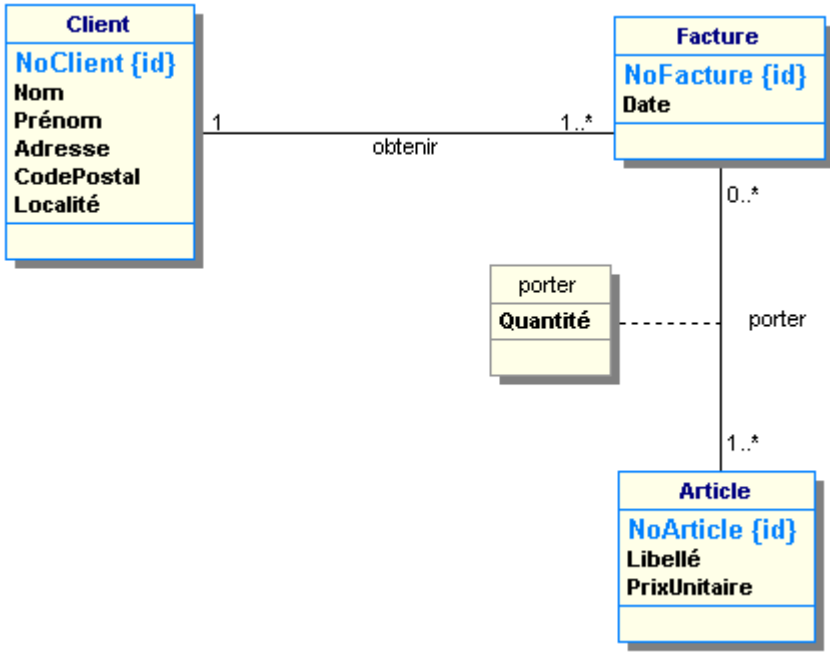
Sachant que la classe dépendante est toujours liée à l'association par les multiplicités (1..1), nous appliquons déjà les règles générales. Ainsi, la table issue de la classe dépendante contient donc comme clé étrangère, la clé primaire de l'autre table.
L'agrégation de composition est représentée par le fait que la table issue de la classe dépendante contient une clé primaire composée, constituée de la clé primaire transformée de l'identifiant de cette classe et de la clé étrangère.

Exemple:

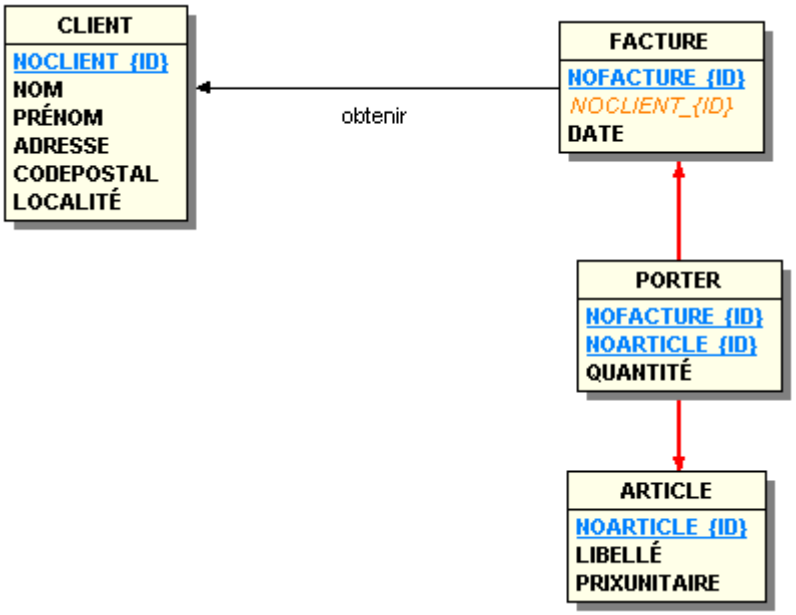
Tout en respectant les règles générales du passage MCD→MLD, la clé primaire de la table *PROJET* migre comme clé étrangère dans la table *TÂCHE*.
L'agrégation de composition est représentée par le fait que la table *TÂCHE* contient une clé primaire composée de *NOTÂCHE_{ID}* et *NOPROJET_{ID}*.

3.5.3 Exemple "KaafKaaf"

Transformez le MCD suivant, qui représente la facturation d'une société (voir chapitre 3.3.6 Exemple "KaafKaaf"), en un MLD en respectant toutes les règles du passage MCD → MLD.



Voici la solution:



3.5.4 Exercices

Exercice 1

Transformez les MCD que vous avez réalisés pour les exercices 1 à 6 du chapitre 3.3.9 et les exercices 1 à 3 du chapitre 3.3.11 en MLD.

Exercice 2

Transformez le MCD suivant en MLD en respectant toutes les règles de passage MCD→MLD.

Remarque:

En ce qui concerne le rapport médical, une conclusion médicale pourrait par exemple être "Infection" ou "Cancer de la gorge", tandis que la conclusion professionnelle qui s'en suit serait par exemple "Apte" ou "Inaptitude temporaire <x> jours". Les instanciations de cette classe représentent plutôt des types de rapports médicaux standardisés et non pas des rapports médicaux précis.

Exercice 3

Voici un MCD qui représente de façon simplifiée la gestion d'une compagnie d'assurances. Transformez le MCD en MLD en respectant toutes les règles de passage MCD→MLD.

Remarques:

- Le type de contrat indique les garanties prévues.
  Exemple: Type AUTO-SIMPLE contient (RC-AUTO et Protection juridique)
  Type AUTO-SPECIAL contient (Garanties AUTO-SIMPLE + FEU + VOL)
  Type AUTO-DELUXE contient (Garanties AUTO-SPECIAL + Dégâts matériels)
- Un contrat couvre un seul risque. Ce risque peut être une voiture ou une habitation.

3.6 Le modèle physique des données (MPD)

3.6.1 Définition

Le modèle physique des données (MPD) est la traduction du modèle logique des données (MLD) dans une structure de données spécifique au système de gestion de bases de données (SGBD) utilisé.

Le MPD est donc représenté par des tables définies au niveau du système de gestion de bases de données. C'est donc au niveau du MPD que nous **quittons la méthode générale** de création d'un MCD et de sa transformation en MLD, pour nous tourner vers la **manipulation d'un SGBD spécifique**.

3.6.2 Passage du MLD au MPD

Le passage MLD → MPD se fait par les étapes suivantes:

- **Implémentation physique de chaque table du MLD dans le SGBD utilisé.**
- **Pour chaque table, indiquer au SGBD quel(s) champ(s) constitue(nt) la clé primaire.**
- **Pour chaque table, indiquer au SGBD la (les) clé(s) étrangère(s), et la (les) clé(s) primaire(s) correspondante(s).**

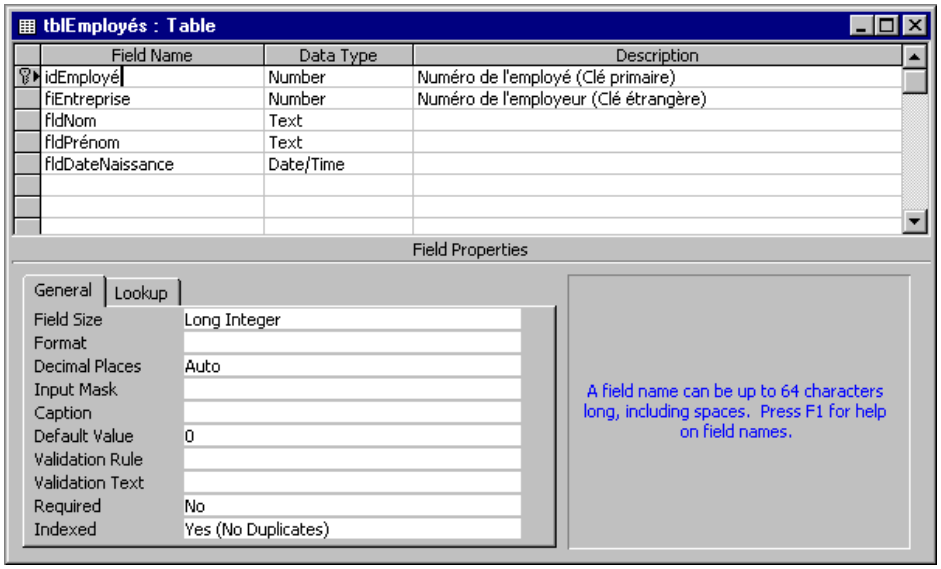
Pour ce faire, la plupart des SGBD actuellement sur le marché nous offrent 2 possibilités.

Prenons à titre d'exemple l'implémentation du modèle logique suivant.

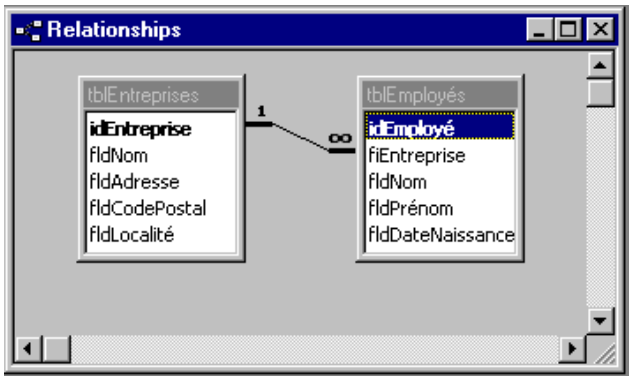
1. **Utilisation d'une ou de plusieurs interfaces graphiques, qui nous aident dans la création des tables physiques, dans la définition des clés primaires et dans la définition des relations.**

Exemple:

Définition de la table des employés avec le champ *idEmployé* étant défini comme clé primaire.



Définition de la relation entre les deux tables.



Remarquez que les noms des différents champs ont été modifiés lors de l'implémentation du modèle logique. Cette mesure dépend uniquement de la convention des noms utilisée et n'affecte pas du tout le fonctionnement correcte de la BD.

2. Utilisation de commandes spéciales, faisant partie d'un langage de définition de données (p.ex. SQL-DDL)

Exemple:

Implémentation du même modèle logique à l'aide de commandes spécifiques

```
REM ================================================================================
REM                Génération d'une base de données
REM                         SQL Générique (SQL 2)
REM                           (6/9/2004 17:03:24)
REM ================================================================================
REM      Nom de la base : Entreprises
REM      Projet :
REM      Auteur : Pierre Stockreiser
REM      Date de dernière modification : 6/9/2004 17:03:13
REM       TABLE : tblEntreprises
REM ================================================================================

CREATE TABLE tblEntreprises
   (
   idEntreprise INTEGER NOT NULL ,
   fldNom CHAR (20) NOT NULL ,
   fldAdresse CHAR (25) NOT NULL ,
   fldCodePostal CHAR (7) NOT NULL ,
   fldLocalité CHAR (20) NOT NULL ,

     PRIMARY KEY (idEntreprise) CONSTRAINT PK_ENTREPRISE
   );

REM ================================================================================
REM       INDEX DE LA TABLE tblEntreprises
REM ================================================================================

CREATE UNIQUE INDEX I_PK_ENTREPRISE
     ON tblEntreprises (idEntreprise ASC);

REM ================================================================================
REM       TABLE : tblEmployes
REM ================================================================================

CREATE TABLE tblEmployes
   (
   idEmploye INTEGER NOT NULL ,
   fiEntreprise INTEGER NOT NULL ,
   fldNom CHAR (32) NOT NULL ,
   fldPrénom CHAR (32) NOT NULL ,
   fldDateNaissance DATE NOT NULL ,

     PRIMARY KEY (idEmploye) CONSTRAINT PK_EMPLOYÉ
   );

REM ================================================================================
REM       INDEX DE LA TABLE tblEmployes
REM ================================================================================

CREATE UNIQUE INDEX I_PK_EMPLOYÉ
     ON tblEmployes (idEmploye ASC);

CREATE  INDEX I_FK_EMPLOYER
     ON tblEmployes (fiEntreprise ASC);
REM ================================================================================
REM       CREATION DES REFERENCES DE TABLE
REM ================================================================================
ALTER TABLE tblEmployes ADD (FOREIGN KEY (fiEntreprise)
      REFERENCES tblEntreprises (idEntreprise)
      CONSTRAINT FK_EMPLOYER
      ON UPDATE RESTRICT
      ON DELETE RESTRICT);
REM ================================================================================
REM                FIN DE GENERATION
```

Que vous avez utilisé l'une ou l'autre des 2 méthodes, le résultat sera toujours un ensemble de tables physiques reliées entre elles, dans lesquelles vous pouvez stocker des données.

4. Utilisation d'un outil de modélisation

4.1 Table des matières :

4. Utilisation d'un outil de modélisation 78

4.1 Table des matières : 78

4.2 Définition 78

4.3 Fonctionnalités 79

4.2 Définition

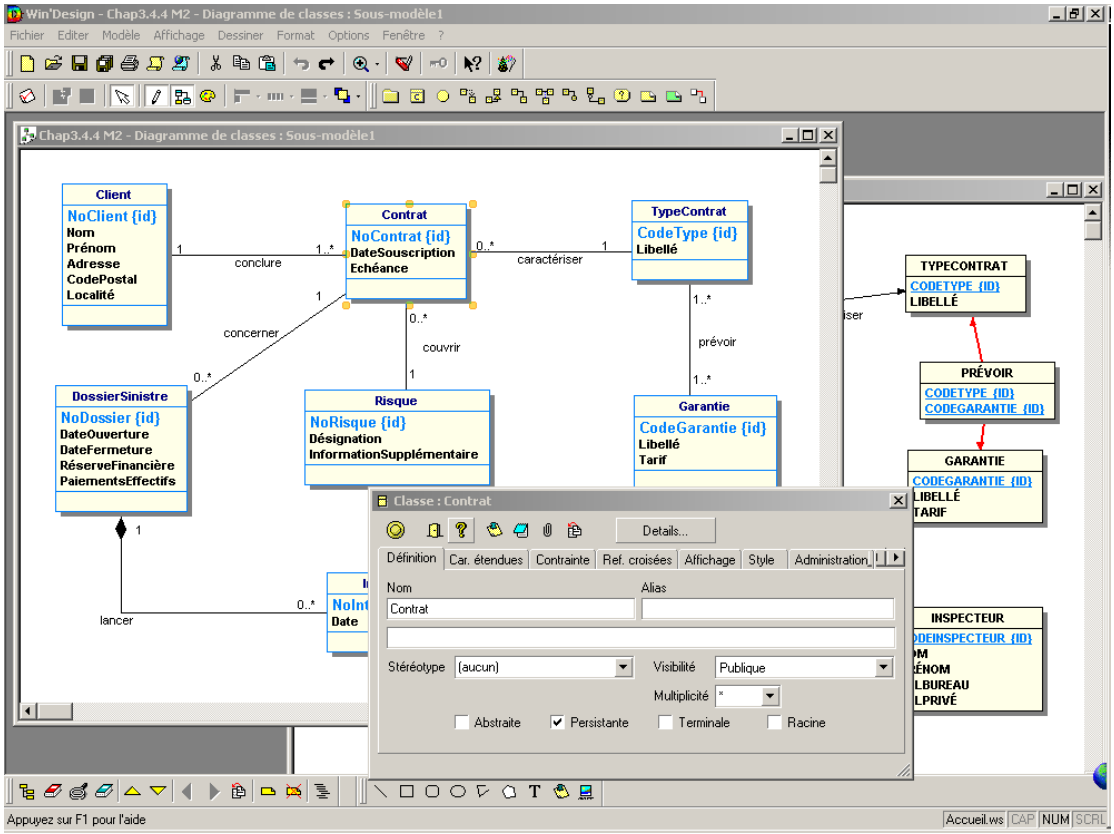
Un outil de modélisation est un programme spécialisé dans le support de la conception d'un système d'information.

Il existe actuellement sur le marché une offre très diverse d'outils de modélisation. Chaque outil de modélisation implémente une méthode de modélisation. Comme la méthode UML est très répandue, il est évident qu'il existe un certain nombre d'outils basés sur UML.

En principe, les outils de modélisation sont intégrés dans des applications capables de ne supporter pas uniquement la conception d'un système d'information (BD), mais également le développement complet de programmes de gestion d'une certaine envergure. Ces applications, appelées "**Ateliers de génie logiciel**" (angl. CASE Tool : Computer Aided Software Engineering Tool), sont généralement utilisés par les informaticiens afin de réaliser des grands projets.

Exemples:

L'outil **Win'Design** constitue une mise en œuvre de la méthode UML. Notons que Win'Design 5.8.0 a été utilisé pour créer les modèles conceptuels et logiques présentés dans cet ouvrage.



4.3 Fonctionnalités

Bien que les différents outils de modélisation, actuellement disponibles sur le marché, varient considérablement en termes de caractéristiques et fonctionnalités, ils offrent cependant les fonctions de base suivantes.

- Représentation graphique des modèles conceptuels et logiques avec les différents objets (p.ex. classes, associations, attributs, identifiants, tables, clés etc.).
- Vérification des règles de construction des différents modèles (p.ex. Une association ne peut pas être liée à deux classes via des multiplicités 1..1).
- Transformation automatique d'un MCD en MLD en respectant toutes les règles de transformation.
- Génération automatique d'une BD à partir d'un MLD. Après avoir indiqué le SGBD cible (p.ex. Oracle, MS-Access, MySQL), le concepteur peut demander à l'outil de créer la BD. Pour ce faire, il existe deux alternatives:
  - ☞ l'outil de modélisation accède directement au SGBD cible afin de créer la BD en question;
  - ☞ l'outil de modélisation génère un script[1], qui est à la suite exécuté sur le SGBD afin de créer la BD.
- Génération automatique de rapports imprimés concernant l'état actuel d'un travail de conception. Ces rapports contiennent en général la représentation graphique des modèles, des listes avec tous les objets des différents modèles et des explications supplémentaires concernant certains objets.
- Gestion des objets de conception (p.ex. classes, associations, attributs, identifiants, tables, clés etc.) dans un dictionnaire[2]. Pour des petits projets de conception, effectués par un

[1] plusieurs commandes dans un langage supporté par le SGBD cible.
[2] une sorte de récipient logique pour les objets de conception.

seul concepteur sur un ordinateur, le dictionnaire est simplement un fichier stocké localement. Toutefois, pour les grands projets, effectués par plusieurs concepteurs, certains outils de modélisation permettent la gestion d'un dictionnaire sur un serveur en réseau (voir chapitre 5.5). Dans ce cas, plusieurs concepteurs peuvent travailler en même temps sur un modèle, l'outil de modélisation veillant à chaque moment que le modèle reste cohérent. L'intégration de plusieurs modèles en un seul modèle, et la gestion des versions d'un objet ou d'un modèle constituent d'autres caractéristiques supportées par un tel système.

- La plupart des outils de modélisation sont capables de créer un MLD et un MCD à partir d'une BD existante. Ce procédé, connu sous le nom de "Reversement d'une BD" (angl. Database Reverse Engineering), est souvent utilisé à la base d'un projet d'amélioration ou d'extension d'un système d'information existant déjà sous forme informatique.

Partie 2 : Exploitation des bases de données relationnelles

5. Les systèmes de gestion de bases de données

5.1 Table des matières :

5. Les systèmes de gestion de bases de données 81

5.1 Table des matières : 81

5.2 Définitions 81

5.3 Un peu d'histoire 84

5.4 Les composants d'une base de données relationnelle 86

5.5 Structures physiques et logiques 88

5.6 Les réseaux informatiques 90

5.7 L'approche Client/Serveur 94

5.7.1 La période des ordinateurs du type "Mainframe" 94

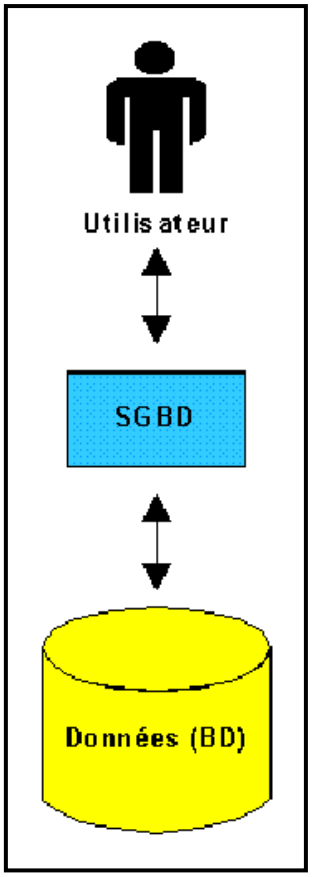
5.7.2 L'approche Client/Serveur 96

5.2 Définitions

Une base de données (BD) est un ensemble bien structuré de données relatives à un sujet global. Ces données peuvent être de nature et d'origine différentes.

Exemple: Une banque peut avoir une BD, qui contient les informations nécessaires sur tous les clients et leurs dépôts d'épargne.
Une société d'assurances peut stocker les données relatives aux contrats d'assurances ainsi qu'aux sinistres dans une BD.

Un système de gestion de bases de données (SGBD) est un programme qui nous permet de créer, de modifier et d'exploiter des bases de données. Ce système constitue donc notre interface pour accéder aux données.



Un utilisateur utilise un SGBD pour accéder aux données d'une base de données.

Par analogie:

Un utilisateur utilise un tableur pour accéder aux données d'une feuille de calcul, respectivement un traitement de texte pour accéder au texte d'un document.

Exercice

Discutez les avantages et désavantages d'une gestion de données informatisées à l'aide d'un SGBD, et comparez cette gestion à la gestion non informatisée.

Voici quelques points de réflexion.

Avantages:

- Possibilité de gérer efficacement des volumes de données assez importants.
- Les SGBD assurent la cohérence et l'intégrité de ces données lors des différentes manipulations.
- Exécution rapide des interrogations des utilisateurs d'une BD.

Désavantages (resp. risques):

- Protection de certaines données contre l'abus et le piratage informatique .
- Les SGBD constituent seulement un outil, tandis que le concepteur d'une BD doit utiliser les fonctions du SGBD pour implémenter les données d'une façon nettement structurée. Le simple fait d'utiliser un SGBD pour stocker des données, ne garantit pas nécessairement une BD bien structurée, qui permet une exploitation optimale. Il existe des concepts et des technologies relatifs à la création et à l'exploitation optimale d'une BD.

5.3 Un peu d'histoire

Avant les années '70, la plupart des systèmes qui permettaient de gérer des grands volumes de données d'une façon plus ou moins cohérente étaient basés sur de simples fichiers séquentiels. Ces systèmes de gestion de fichiers (SGF) s'avéraient particulièrement limités lorsqu'il s'agissait de gérer une grande masse de données comportant des liens entre elles.

Classiquement, cette masse de données était répartie dans différents fichiers. L'utilisation de ces données n'était possible que par le biais de programmes spécialisés, qui ont du être réalisés par des programmeurs ayant une connaissance technique approfondie de la structure des fichiers. Chaque nouvelle interrogation du SGF nécessitait donc l'intervention d'un programmeur.

En plus, les SGF n'ont pas assuré la cohérence des données. Le programmeur était seul responsable pour garantir l'intégrité des données. Prenons l'exemple d'un SGF qui était utilisé dans une banque pour la gestion des clients et de leurs dépôts. Rien n'empêchait un programmeur de créer dans le fichier des dépôts un nouveau dépôt pour un client qui n'existait pas du tout dans le fichier des clients etc. .

Ceci étant seulement quelques exemples des inconvénients des SGF, nous remarquons qu'il était difficile pour un utilisateur d'utiliser directement un tel système. Il fallait souvent l'intervention d'un programmeur, qui devait faire bien attention à préserver la structure des données dans un rapport cohérent, tout en satisfaisant les besoins d'informations de l'utilisateur.

Déjà vers la fin des années 60, les premiers systèmes qui étaient capables de cacher la représentation interne des données à l'utilisateur, apparaissaient sur le marché. Ces systèmes, qui offraient à l'utilisateur une certaine structure logique pour stocker les données, étaient déjà équipés de certains mécanismes de base pour assurer la cohérence des données via des règles qui pouvaient être définies par l'utilisateur. Le système vérifiait ces règles lors de chaque modification des données. Dans un système de gestion des dépôts d'une banque, une telle règle pouvait par exemple exprimer le lien explicite entre un dépôt client et une personne. Ces systèmes étaient essentiellement basés sur les deux modèles de données suivants:

- Modèle réseau développé initialement par la "Conference On Data Systems and Languages" (CODASYL) en 1961
- Modèle hiérarchique développé pour la plus grande partie par la société IBM pendant les années 1965 - 1970

C'était en 1970 qu'un nouveau modèle pour représenter les données, le modèle relationnel, fut proposé par E.F.CODD. Le but de ce modèle, était d'accroître l'indépendance vis-à-vis de l'implémentation interne des données. Du point de vue de l'utilisateur, les données sont stockées dans un ensemble de tableaux, appelées "tables relationnelles" ou simplement "tables". Le stockage ainsi que la manipulation des données se basent sur le concept mathématique de l'algèbre relationnelle et du calcul relationnel. Ces concepts proviennent de la théorie mathématique des ensembles, et on y retrouve des notions telles que "Union", "Intersection" ou "Produit cartésien".

Il a fallu attendre le milieu des années 70 pour voir apparaître les premiers systèmes qui étaient basés sur le modèle relationnel, les "Systèmes de Gestion de Bases de Données Relationnelles (SGBDR)".

Pendant les années '80 et '90, beaucoup de SGBDR étaient commercialisés pour les différentes plates-formes informatiques (Mainframe, Serveurs UNIX, Serveurs VMS, PC...). Citons quelques exemples de SGBDR populaires qui tournent actuellement sur PC:

- Personal ORACLE
- MS-ACCESS
- Filemaker
- PARADOX

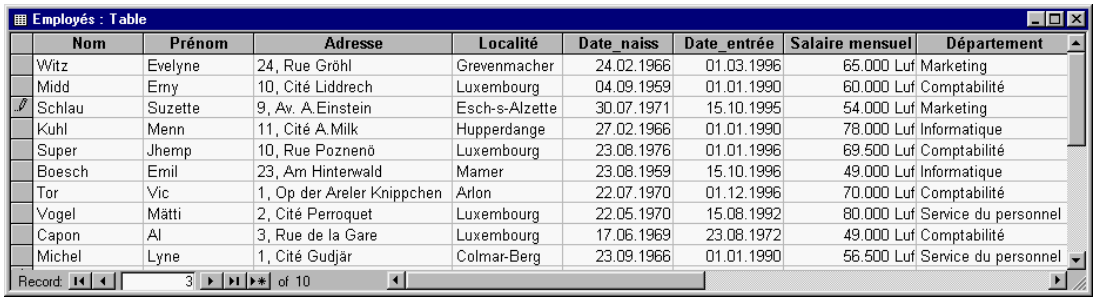
Aujourd'hui, les bases de données relationnelles se réjouissent d'une grande popularité. Surtout le domaine de la gestion des données à l'intérieur des entreprises est entièrement dominé par ces systèmes.

Pour la suite de ce cours, nous allons nous limiter à l'étude des bases de données relationnelles. Nous entendons donc par chaque référence à une base de données (BD), la notion de base de données relationnelle. Il est également sous-entendu que les deux notions SGBD et SGBDR dénotent un système de gestion de bases de données relationnelles dans le contexte de ce cours.

5.4 Les composants d'une base de données relationnelle

Une base de données relationnelle contient en général quatre types de composants (d'objets). Nous allons brièvement introduire ces types d'objets sans aller trop dans les détails. A chacun de ces objets sera consacré un chapitre séparé.

1. Les données sont stockées à l'intérieur de **tables**. Une table peut être comparée à une liste, qui contient des enregistrements relatifs à un domaine bien défini.
   Exemple: Le service du personnel de l'entreprise SCHAFFGAER S.à r.l. entretient une BD avec en outre une table pour les données des employées. Cette table contient un enregistrement pour chaque employé, avec le nom, le prénom, l'adresse, la localité, la date de naissance, la date d'entrée en service, le salaire mensuel et le nom du département auquel l'employé est actuellement affecté.



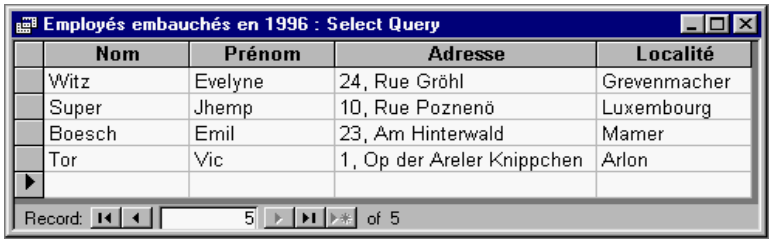
Employés : Table

Nom	Prénom	Adresse	Localité	Date_naiss	Date_entrée	Salaire mensuel	Département
Witz	Evelyne	24, Rue Gröhl	Grevenmacher	24.02.1966	01.03.1996	65.000 Luf	Marketing
Midd	Emy	10, Cité Liddrech	Luxembourg	04.09.1959	01.01.1990	60.000 Luf	Comptabilité
Schlau	Suzette	9, Av. A.Einstein	Esch-s-Alzette	30.07.1971	15.10.1995	54.000 Luf	Marketing
Kuhl	Menn	11, Cité A.Milk	Hupperdange	27.02.1966	01.01.1990	78.000 Luf	Informatique
Super	Jhemp	10, Rue Poznenö	Luxembourg	23.08.1976	01.01.1996	69.500 Luf	Comptabilité
Boesch	Emil	23, Am Hinterwald	Mamer	23.08.1959	15.10.1996	49.000 Luf	Informatique
Tor	Vic	1, Op der Areler Knippchen	Arlon	22.07.1970	01.12.1996	70.000 Luf	Comptabilité
Vogel	Mätti	2, Cité Perroquet	Luxembourg	22.05.1970	15.08.1992	80.000 Luf	Service du personnel
Capon	Al	3, Rue de la Gare	Luxembourg	17.06.1969	23.08.1972	49.000 Luf	Comptabilité
Michel	Lyne	1, Cité Gudjär	Colmar-Berg	23.09.1966	01.01.1990	56.500 Luf	Service du personnel

Record: 3 of 10

2. Les **requêtes** constituent dans un certain sens des "questions" qu'on pose au SGBD. Le résultat d'une requête est toujours un sous-ensemble d'une ou de plusieurs tables.
   Exemple: Le chef du personnel de l'entreprise SCHAFFGAER S. à r.l. désire connaître les noms, prénoms, adresses et localités des employés recrutés en 1996. Il doit formuler une requête qui sera exécutée par le SGBD, et qui donnera comme résultat une liste semblable à la table des employés, mais contenant uniquement les employés qui vérifient le critère de sélection de la requête, et pour chacun de ces employés seulement les informations demandées.

   Voici le résultat de cette requête:



Employés embauchés en 1996 : Select Query

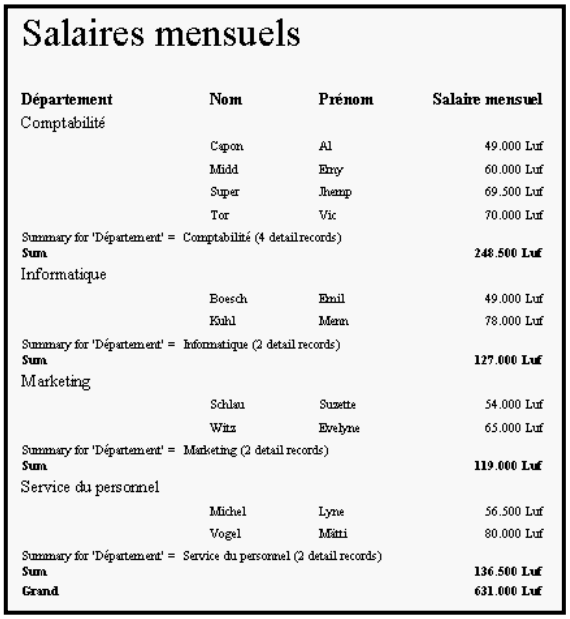
Nom	Prénom	Adresse	Localité
Witz	Evelyne	24, Rue Gröhl	Grevenmacher
Super	Jhemp	10, Rue Poznenö	Luxembourg
Boesch	Emil	23, Am Hinterwald	Mamer
Tor	Vic	1, Op der Areler Knippchen	Arlon

Record: 5 of 5

3. Les **formulaires** sont utilisés pour ajouter, modifier ou supprimer des données dans les tables. Bien que la plupart des SGBD nous permettent d'accéder aux données directement dans les tables, les formulaires nous offrent certains avantages en ce qui concerne la facilité d'utilisation, mais également la sécurité des données.
   Exemple: La secrétaire du chef du personnel utilise un formulaire pour ajouter ou supprimer un employé de la BD. Ce formulaire lui permet également de modifier les données d'un employé.

4. Souvent on veut imprimer des statistiques; concernant certaines données d'une BD. C'est ici qu'interviennent les **rapports**. Les rapports sont similaires aux formulaires, à la différence près, qu'ils sont uniquement destinés à être imprimés et qu'il n'y a pas de dialogue interactif avec l'utilisateur. Un rapport se base généralement sur une ou plusieurs tables ou bien le résultat d'une requête.

   Exemple: A la fin de chaque mois le chef du personnel reçoit un rapport avec pour chaque département, la liste des employés, leur salaire mensuel ainsi que le salaire mensuel total payé par département.

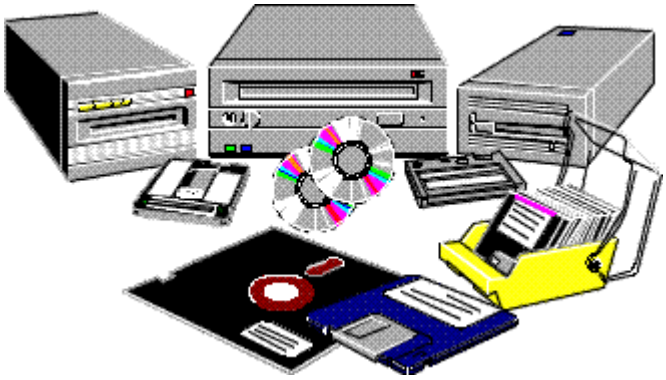


Salaires mensuels

Département	Nom	Prénom	Salaire mensuel
Comptabilité			
	Capon	Al	49.000 Luf
	Midd	Emy	60.000 Luf
	Super	Jhemp	69.500 Luf
	Tor	Vic	70.000 Luf
Summary for 'Département' = Comptabilité (4 detail records)			
Sum			**248.500 Luf**
Informatique			
	Boesch	Emil	49.000 Luf
	Kuhl	Menn	78.000 Luf
Summary for 'Département' = Informatique (2 detail records)			
Sum			**127.000 Luf**
Marketing			
	Schlau	Suzette	54.000 Luf
	Witz	Evelyne	65.000 Luf
Summary for 'Département' = Marketing (2 detail records)			
Sum			**119.000 Luf**
Service du personnel			
	Michel	Lyne	56.500 Luf
	Vogel	Mätti	80.000 Luf
Summary for 'Département' = Service du personnel (2 detail records)			
Sum			**136.500 Luf**
Grand			**631.000 Luf**

5.5 Structures physiques et logiques

Un SGBD utilise les ressources de l'ordinateur sur lequel il est exécuté. Les données des SGBD sont ainsi stockées par exemple sur un disque dur ou sur un autre support de stockage, de la même façon que les autres fichiers, générés par les autres programmes (p.ex. Traitement de texte, Tableur …) qui tournent sur l'ordinateur.



Qu'est-ce qu'on entend par structure physique ?

Le système d'exploitation (p.ex. Linux, Windows2000, WindowsXP …), qui connaît seulement la notion de fichier en ce qui concerne le stockage des données, ignore en principe le contenu de ces fichiers. Les fichiers constituent dans un certain sens la structure physique des données.

Chaque programme crée des fichiers ayant un format spécifique à ce programme. L'utilisateur peut reconnaître le format par l'extension derrière le nom du fichier.

Par exemple:	.doc	→	fichier MS-Word
	.xls	→	fichier MS-Excel

Qu'est-ce qu'on entend par structure logique ?

Chaque programme offre également à l'utilisateur la possibilité de manipuler des composants, qui existent seulement dans le contexte de ce programme.

Par exemple:	Document	→	Composant logique de MS-Word
	Feuille de calcul	→	Composant logique de MS-Excel
	Classeur	→	Composant logique de MS-Excel

Ces composants ou structures logiques sont uniquement visibles par le biais du programme correspondant. On vient de définir les composants standard d'un SGBD dans le chapitre précédent:

- Les tables
- Les requêtes
- Les formulaires
- Les rapports

Quelle est la relation entre une structure logique et sa structure physique correspondante ?

Cette relation dépend du programme.

MS-Word:	Chaque document (composant logique) correspond en principe à un fichier .doc (structure physique).
MS-Excel:	Chaque classeur (composant logique) correspond à un fichier .xls (composant physique). Attention: Un classeur peut contenir plusieurs feuilles de calcul.

En ce qui concerne les SGBD, il existe deux variantes:

1. Chaque composant (table, formulaire …) d'une BD est stocké dans un fichier séparé. Une base de données constitue donc un ensemble de fichiers. Exemple: dBASE
2. Tous les composants d'une BD sont intégrés dans un seul fichier. Exemple: MS-Access

Exercice

Discutez les avantages et désavantages des deux concepts d'implémentation possibles pour les composants d'une BD.

1. Chaque composant est représenté par un fichier séparé.

Avantages:
- En cas de besoin, on peut copier une partie de la BD → Sauvegarde (Backup) partielle.
- L'endommagement d'un fichier ne provoque pas nécessairement un "crash" de toute la BD

Désavantages:
- Lors des opérations de sauvegarde et de copie, on doit bien faire attention à ne pas oublier un fichier.
- L'utilisateur avancé est censé connaître les extensions de fichiers différentes pour tous les types de composants. (dBASE IV p.ex connaît quelque 25 extensions différentes)

2. Tous les composants sont intégrés dans un seul fichier.

Avantages:
- Copie et sauvegarde facile → Un seul fichier (normalement une seule extension pour les fichiers BD)

Désavantages:
- Les fichiers deviennent très vite assez grands. Un fichier qui correspond à une BD MS-Access dépasse très vite les 1.44 Mbyte ce qui veut dire qu'il ne peut plus être stocké sur disquette sans un outil de compression.

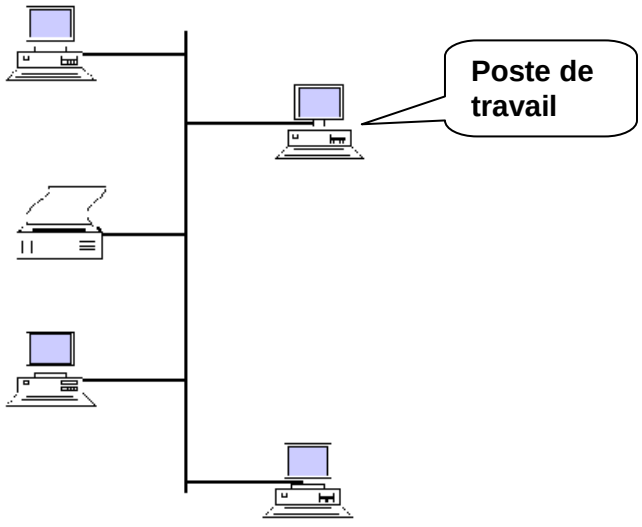
5.6 Les réseaux informatiques

Remarque pédagogique

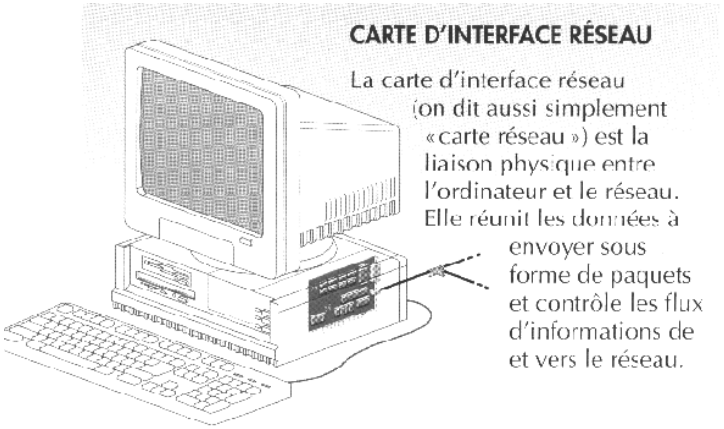
Comme le présent document ne constitue pas un cours sur les réseaux informatiques, ce chapitre se limite à clarifier le sens de quelques termes spécifiques, et à fournir aux élèves une vue cohérente, en tant qu'utilisateur d'un environnement réseau, nécessaire afin de comprendre les mécanismes et fonctionnalités des serveurs BD. L'enseignant est évidemment libre dans son choix d'étendre l'une ou l'autre des notions présentées.

A son niveau le plus élémentaire, un réseau se compose de plusieurs ordinateurs reliés entre eux par des câbles, afin de pouvoir échanger des données et partager des ressources, tels que des imprimantes, de l'espace disque etc. .

Dans le contexte d'un réseau, ces ordinateurs sont appelés **postes de travail** (angl. workstation). Les postes de travail peuvent être répartis sur plusieurs étages d'un bâtiment ou même sur plusieurs bâtiments voisins. Un tel réseau est appelé **réseau local d'entreprise (RLE)** (angl. LAN = Local Area Network).

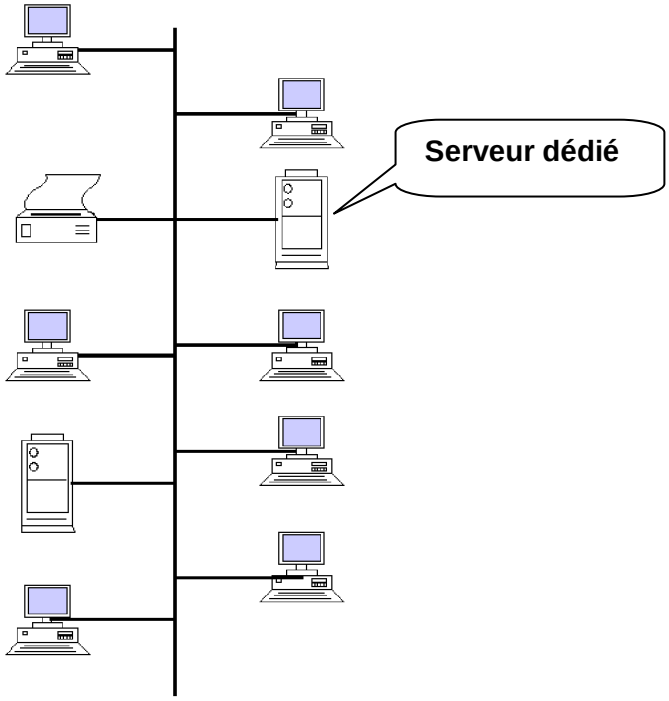


Afin de pouvoir être connecté à un réseau, un ordinateur doit disposer d'une **carte réseau**.


CARTE D'INTERFACE RÉSEAU
La carte d'interface réseau (on dit aussi simplement «carte réseau») est la liaison physique entre l'ordinateur et le réseau. Elle réunit les données à envoyer sous forme de paquets et contrôle les flux d'informations de et vers le réseau.

[1]

La plupart des réseaux locaux contiennent des ordinateurs très puissants en termes de vitesse d'exécution et de capacité de stockage. Ces ordinateurs, encore appelés serveurs dédiés (angl. Server), ne sont généralement pas utilisés comme poste de travail, mais ils doivent effectuer un certain nombre de tâches variées.



On distingue plusieurs types de serveurs.

☞ Les **serveurs de fichiers (angl. File Server)** contiennent généralement des fichiers appartenant aux différents utilisateurs du réseau. Par exemple, si vous utilisez un programme de traitement de texte sur un poste de travail, ce programme se trouve généralement localement sur le poste. Cependant, le document sur lequel vous désirez effectuer des modifications, stocké sur le serveur, est chargé dans la mémoire locale de

[1] Extrait du livre "La Micro c'est simple", publié par IDG Books Worldwide, Inc. ISBN 2-87691-321-6

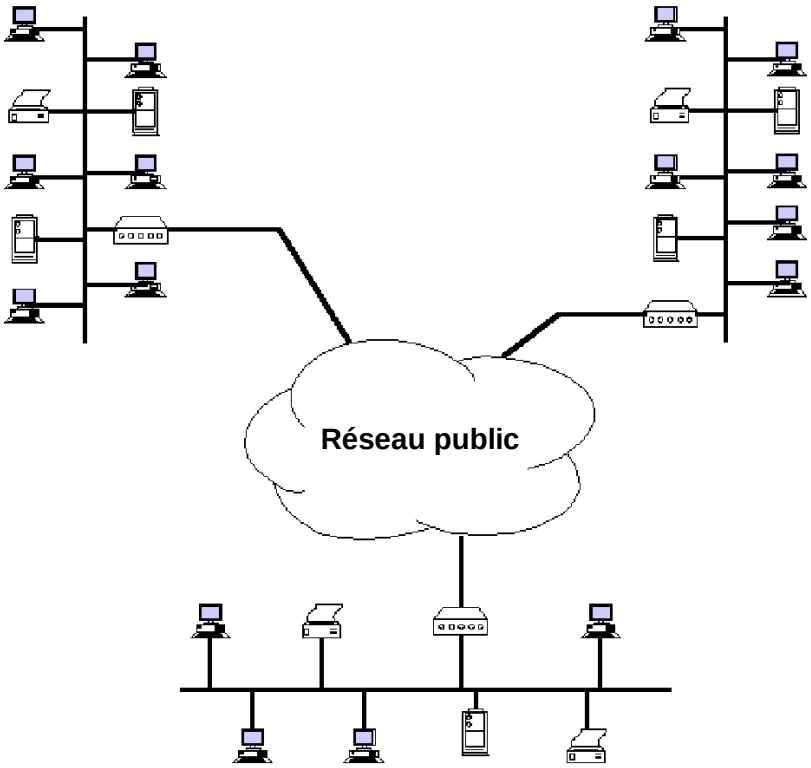
votre poste de travail, afin que vous puissiez l'utiliser. Lors de chaque opération de sauvegarde (angl. Save/Save As), le fichier est effectivement sauvegardé sur le serveur. Le serveur gère bien sûr l'accès des utilisateurs, qui doivent généralement s'identifier par un nom et un mot de passe, afin de garantir une certaine sécurité des données.

- Les **serveurs d'impression (angl. Print Server)** effectuent la gestion des imprimantes connectées au réseau. Lorsque le réseau comporte une multitude d'imprimantes différentes, un utilisateur sur son poste de travail peut sélectionner une imprimante en fonction des caractéristiques (p.ex. impression couleur/NB), des capacités (p.ex. nombre de pages imprimées par minute) et de l'emplacement physique (p.ex. imprimante au même étage que le poste de travail). Lors de l'impression (angl. Print), le document à imprimer est d'abord envoyé dans une file d'attente (angl. Print Queue) qui se trouve sur le serveur d'impression. Le serveur d'impression contient généralement une file d'attente par imprimante. Les documents d'une file d'attente sont envoyés un après l'autre vers l'imprimante correspondante.

- Les **serveurs d'applications (angl. Application Server)** contiennent des applications ou programmes destinés à l'utilisation en réseau. Un exemple populaire constituent les applications du type "Groupware", qui permettent aux utilisateurs du réseau d'échanger des messages électroniques (angl. E-Mail), d'entretenir un agenda électronique commun et de travailler soi-disant en même temps sur des document partagés. Les **serveurs de bases de données (angl. Database Server),** appartenant également à cette catégorie, sont très répandues. Avant la période où les PC devenaient populaires, les bases de données ainsi que les programmes pour les manipuler, se trouvaient sur des grands ordinateurs puissants du type "Mainframe". L'utilisateur était connecté au mainframe à l'aide d'un terminal composé d'un clavier et d'un écran. Contrairement à un PC, un terminal peut uniquement envoyer des caractères au mainframe et afficher les caractères, qui lui sont envoyés par le mainframe. Avec l'arrivée des PC, dont les fonctionnalités ne se limitent pas à l'envoi et à l'affichage de caractères, le rôle des serveurs a considérablement changé. Actuellement, dans les environnements dits "Client/Serveur", les PC constituent des clients "intelligents", qui sont en parfaite communication avec les serveurs, dont le but principal est de "répondre" aux questions qui leur sont posées par les clients. L'architecture Client/Serveur est explicitée plus en détail dans le chapitre 5.6 .

Les réseaux informatiques ayant une certaine taille, en termes du nombre de postes et de serveurs, sont généralement gérés par un **administrateur réseau**, personne (ou groupe de personnes) en charge de la gestion, du contrôle et de l'entretien du réseau.

Lorsque la distance géographique couverte par un réseau augmente en connectant des utilisateurs situés par exemple dans des villes ou même des pays différents, plusieurs réseaux locaux sont connectés en un seul **réseau étendu** (angl. WAN = Wide Area Network), qui peut ainsi regrouper plusieurs milliers d'utilisateurs.



En utilisant de l'équipement réseau spécialisé dans ce domaine, on peut connecter plusieurs réseaux locaux via un réseau public. Ce réseau public peut par exemple être constitué du réseau téléphonique public, d'un ensemble de lignes louées (lignes dédiées), d'un réseau de câbles en fibres optiques, d'un réseau rapide de commutation de paquets ou même d'une liaison par satellite.

A titre d'exemple, on peut mentionner **l'Internet**, qui n'est rien d'autre qu'un gigantesque réseau étendu.

Pour un utilisateur, le **travail** dans un réseau local ou étendu est tout à fait **transparent**. Il peut par exemple accéder à des fichiers distants de la même manière qu'à des fichiers qui se trouvent sur son disque dur local.

5.7 L'approche Client/Serveur

Remarque pédagogique

La philosophie Client/Serveur étant un sujet très vaste, il est impossible de clarifier toutes les notions importantes. Le chapitre qui suit, essaie de faire comprendre à l'élève la situation où il travaille avec des données, qui ne se trouvent pas localement sur son PC, mais sur un serveur BD distant. L'enseignant est évidemment libre dans son choix d'étendre l'une ou l'autre des notions présentées.

5.7.1 La période des ordinateurs du type "Mainframe"

Avant la période où les PC devenaient populaires, les bases de données ainsi que les programmes pour les manipuler; se trouvaient sur de grands ordinateurs puissants du type "mainframe". On parlait d'une architecture centralisée, puisque les BD, le SGBD et les objets tels que requêtes, formulaires, rapports étaient stockés sur le "mainframe".

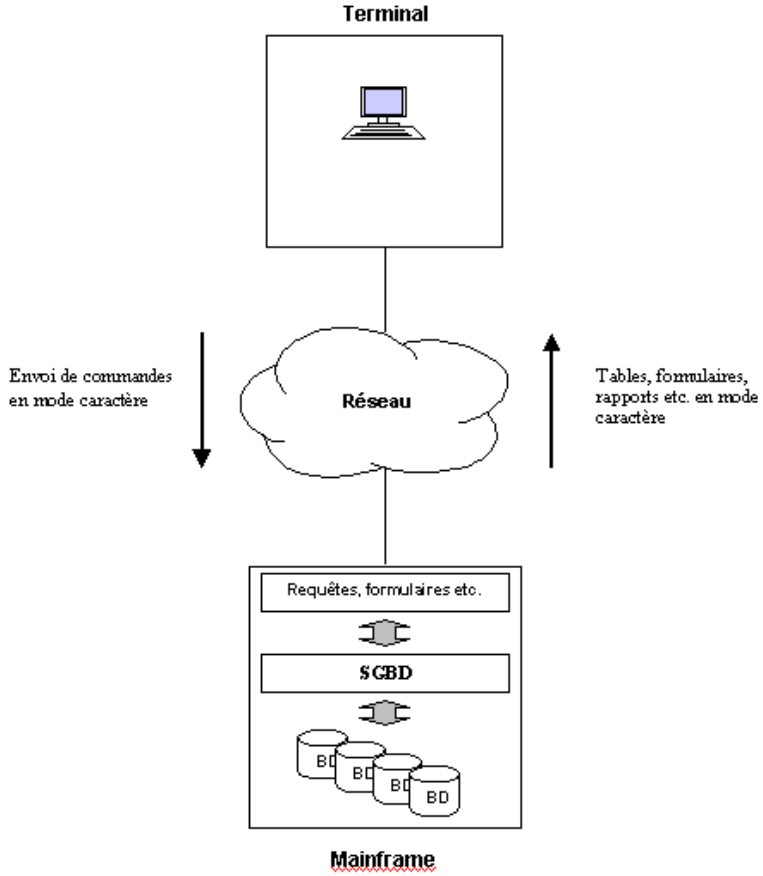
L'utilisateur était connecté au "mainframe" à l'aide d'un terminal composé d'un clavier et d'un écran. Contrairement à un PC, un terminal ne possède aucune "intelligence" propre, c.à.d. qu'il peut uniquement envoyer des caractères au "mainframe" et afficher les caractères, qui lui sont envoyés par le "mainframe".

Lorsque l'utilisateur veut par exemple afficher un formulaire, la construction du formulaire se fait complètement sur le "mainframe". Ensuite, le formulaire où plutôt l'apparence du formulaire est envoyé via le réseau vers le terminal de l'utilisateur.

Exemple d'un formulaire en mode caractère:

```
CLSCH73   08:44:49   *** COMPTANT CLIENT ***       NUMERO POLICE:  PROJET    F
EFFET: 00 00 2000      EXPIRATION: 16 03 1995      ECHEANCE: 16 03 COR:
PERIODE DE DECOMPTE A LA BASE DE CE MOUVEMENT: DU 16 03 1994 AU 16 03 1995
DERNIERE EMISSION: 00 00 2000       JOURS:  PROD.   360  ANNUL.     0
S.-BRANCHE PRORATA  ANC.    NOUV.  COMPTANT   BONUS    IMPOTS       TOTAL
INCENDIE              0    11395    11395         0       458       11853
TEMPETE               0     3798     3798         0       152        3950
VOL                   0      682      682         0        27         709
D.-EAUX               0     6489     6489         0       260        6749
R.-CIVILE             0      928      928         0        37         965
ATTENTATS             0      678      678         0        27         705
DEF.-REC.             0       90       90         0         4          94
ASSISTANCE            0      226      226         0         9         235
T O T A L             0    24286    24286         0       974       25260
```

Architecture "mainframe":



Avantages de l'architecture "mainframe":

- Les "mainframe" étant de grands ordinateurs très puissants, les systèmes atteignent de très belles performances, d'autant plus qu'il n'y a pas de représentation graphique sur les terminaux.

Désavantages de l'architecture "mainframe":

- Aucune capacité de calcul sur le terminal, donc impossible d'exécuter des programmes sur le terminal.
- Le "mainframe" étant sous la seule gestion du service informatique, les utilisateurs peuvent uniquement accéder aux BD via des formulaires etc. créés par les informaticiens. (Cette mesure s'avère parfois avantageuse ☺)
- Le réseau est assez chargé, surtout lorsque le nombre de terminaux accroît.
- Les requêtes, formulaires etc. sont fortement couplés au SGBD ce qui les rend pratiquement inutilisable lorsqu'une société veut migrer vers un autre SGBD.

Exemples de SGBD pour "Mainframe":

- DB2 de IBM
- RDB de DEC

En fait, les informaticiens étaient depuis longtemps à la recherche de systèmes ouverts. La finalité d'un système ouvert consiste dans le fait que ses composants (ordinateurs, SGBD etc.)

sont échangeables sans que tous les objets en utilisation (requêtes, formulaires etc.) doivent être complètement redéfinis resp. reprogrammés. Tous les éléments d'un tel système doivent donc supporter un maximum possible de standards. Un élément important de la philosophie des systèmes ouverts est constitué par l'approche Client/Serveur.

5.7.2 L'approche Client/Serveur

L'évolution historique des architectures informatiques vers les architectures du type Client/Serveur (angl. Client/Server) dans les années '90; peut être ramenée surtout aux facteurs suivants.

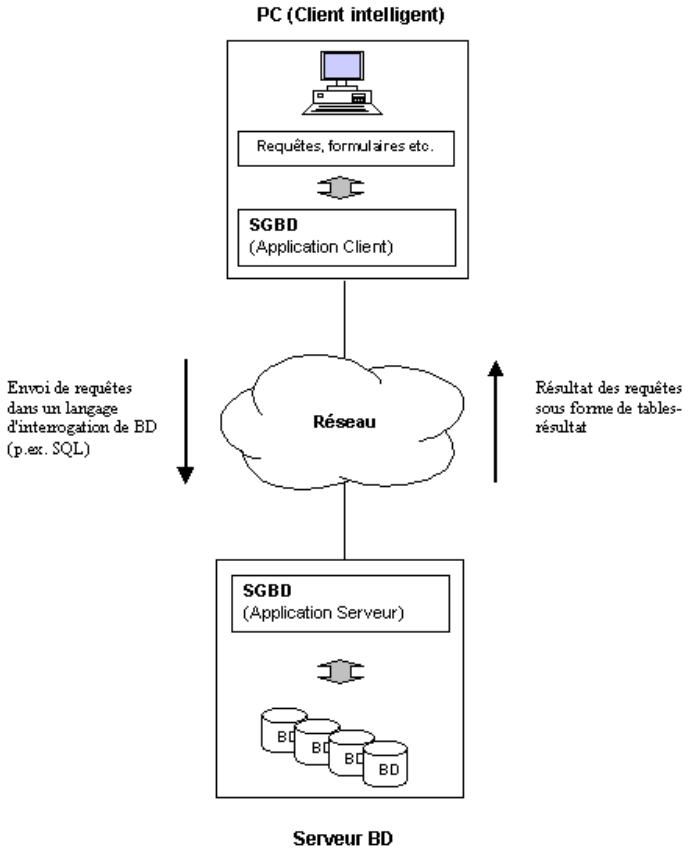
- L'arrivée au marché des PC.
- L'apparition de serveurs, machines moins chères et moins spacieuses que les "mainframe", avec cependant une capacité de calcul et de stockage analogue à celle des "mainframe".
- L'émergence de systèmes d'exploitations standardisés tels que UNIX ou Windows NT.
- L'apparition des SGBD indépendants de la plate-forme[1] et disponible pour tous les systèmes d'exploitation standardisés

L'approche Client/Serveur implémente une décentralisation des applications BD. En fait, les BD sont gérées sur un serveur BD, tandis que les interfaces pour visualiser et manipuler les données (p.ex. formulaires, rapports) se trouvent sur les PC client, dans un environnement ergonomique[2].

Sur le poste client se trouve donc en principe un SGBD client, offrant toutes les fonctionnalités requises, qui émet des requêtes formulées dans un langage d'interrogation de données[3] au serveur BD via le réseau. Le serveur exécute les requêtes qui lui ont été transmises et renvoie le résultat au client. Le client représente alors le résultat en se servant par exemple d'un formulaire ou d'un rapport qui a été défini antérieurement.

[1] par plate-forme, on entend l'ordinateur sur lequel est exécuté le SGBD
[2] plus facile à utiliser
[3] par exemple SQL (voir chapitre 7.2)

Architecture Client/Serveur:



Avantages de l'architecture Client/Serveur:

- Les utilisateurs deviennent des clients avec des postes de travail intelligents (PC), à l'aide desquels ils peuvent connecter les applications bureautiques directement aux serveurs BD, afin de gérer dans un environnement convivial les données de l'entreprise, sans être dépendant des services d'un informaticien pour résoudre le moindre problème.
- Les réseaux informatiques modernes permettent un accès transparent à plusieurs serveurs BD, et ceci même de façon simultanée.
- Une partie de la capacité de travail est partagée entre les serveurs et les clients, ce qui crée un certain équilibre.
- Une panne du serveur n'empêche pas nécessairement tous les utilisateurs de travailler avec l'outil informatique. Certains travaux peuvent être exécutés sans connexion au serveur.
- L'architecture Client/Serveur, reposant sur les systèmes ouvert, offre en plus l'avantage qu'il existe toute une panoplie de logiciels standard, ce qui crée un marché multivendeur et une offre de produits équilibrée.

Exemples de SGBD Client/Serveur:

- Côté serveur: Oracle, Sybase, IBM-Informix, MS-SQL-Server, MySQL
- Côté client: Paradox, Personal Oracle, MS-Access, Filemaker

6. Les tables (angl. tables)

6.1 Table des matières :

6. Les tables (angl. tables) *98*
6.1 Table des matières : 98
6.2 Définition 98
6.3 Les champs d'une table 101
6.4 Clé primaire 103
6.5 Relations entre tables - clé étrangère 106
6.6 Index 107

6.2 Définition

Une table est une **collection de données** relatives à un domaine bien défini, par exemple les employés d'une société ou les livres d'une bibliothèque. Elle contient des enregistrements dont chacun est composé par les mêmes champs de données.

Voici, à titre d'exemple, quelques employés d'une société:

Jos Weber
DateNaissance: 22.08.70
Salaire: 2200 €
Service: Comptabilité

Antonio Da Costa
DateNaissance: 07.12.74
Salaire: 1750 €
Service: Informatique

Emil Feller
DateNaissance: 28.03.67
Salaire: 2150 €
Service: Expédition

. . .

Voici la table nécessaire pour stocker les informations concernant ces employés dans une BD:

Un champ de données

Table: *tblEmployés*

Nom	Prénom	DateNaissance	Salaire	Service
Weber	Jos	22/08/1970	2200€	Comptabilité
DaCosta	Antonio	07/12/1974	1750€	Informatique
Feller	Emil	28/03/1967	2150€	Expédition
...	...	...	...	...

Un enregistrement

Propriétés des tables:

- **Les champs de données définissent les informations, qu'on veut stocker dans la table** (p.ex. des informations concernant les employés d'une société)**.**
- **Chaque enregistrement représente une occurrence[1] de ce qu'on veut stocker** (→ p.ex. un employé)**.**
- **Chaque table possède un nom unique** (p.ex. : *tblEmployés*)**.**
- **Chaque enregistrement correspond à une ligne de la table.**
- **Chaque champ correspond à une colonne de la table.**
- **Chaque champ peut représenter des données de nature différente** (Nom, Salaire, Date de naissance …)**.**
- **Chaque champ peut représenter des données de type différent** (Texte, Nombres, Dates …)**.**

Convention des noms:

Il existe une convention concernant les noms des objets des BD. Généralement, les noms des objets ne contiennent ni d'espaces, ni de caractères spéciaux. En plus, chaque nom d'un objet est précédé par un préfixe bien déterminé pour chaque type d'objet. Cette convention fait partie d'une convention des noms générale pour les programmes tournant sous une interface graphique du type Windows.

Les noms de tables sont précédés du préfixe **tbl** (angl.: table).
Par exemple: tblLivres, tblEmployés

Le nom d'une table doit être unique à l'intérieur d'une BD.

Une BD peut contenir une ou plusieurs tables, mais les tables sont généralement la condition nécessaire pour la création d'autres objets tels que les requêtes, formulaires et rapports.

Exercice

Déterminez les champs nécessaires pour une table qui contiendra des données concernant :
- les élèves d'une école (nous ne considérons pas la gestion des classes);
- les livres d'une bibliothèque (nous supposons qu'un livre est rédigé par un seul auteur);
- les produits d'un supermarché.

[1] Correspond aux termes *instanciation* et *objet* utilisés dans le chapitre 3 (Modélisation de données).

6.3 Les champs d'une table

Une table reprenant les données concernant les voitures d'une société de taxis contient par exemple pour chaque enregistrement (= chaque taxi) les informations suivantes:

- Marque
- Modèle
- Cylindrée
- Poids

Il est évident que les informations sont de types différents. Tandis que la marque et le modèle sont représentés par des chaînes de caractères (p.ex. "Ford", "BMW", …), la cylindrée et le poids sont représentés par des valeurs numériques.

Voici, à titre d'exemple, une table qui représente les taxis dans une BD:

Marque	Modèle	Cylindrée	Poids
BMW	525i	2500	1360
Ford	Orion	1800	1080
BMW	320i	2000	1200
….	…	…	…

Afin de pouvoir représenter des données de types différents, les SGBD offrent des types de données standard pour les champs de données. Voici les types de données connus par la plupart des SGBD:

Type de données	Description
Date/Heure	Date et heure
Valeur booléenne	Seulement les 2 valeurs *Oui/Non* (Yes/No) sont possibles
Texte	Chaînes de caractères
Numérique	Nombres entiers ou décimaux
Mémo	Documents (textes longs)

Consultez le manuel d'utilisation de votre SGBD pour trouver des informations plus détaillées concernant les types de données supportés.

Remarque:	Les nombres qui ne sont pas utilisés lors de calculs numériques (p.ex. No.Tél) sont généralement représentés à l'aide du type de données "Texte".

Convention des noms:

Les noms des champs sont précédés du préfixe **fld** (angl.: field).
Par exemple: *fldMarque*, *fldModèle* …

Exercice

Réfléchissez pour chaque champ des 3 tables, que vous avez défini dans l'exercice du chapitre 6.1, sur le type de données approprié.

Lors de la création d'une table, nous devons indiquer au SGBD, pour chaque champ:

1. **Le nom du champ, qui doit être unique dans la table**
2. **Le type de données du champ**

6.4 Clé primaire

Dans la plupart des cas, on désire pouvoir identifier de manière unique chaque enregistrement de la table. Ceci n'est pas possible pour notre table avec les taxis. Il se peut très bien que le propriétaire de la société achète par exemple une deuxième BMW 320i , qui possède bien sûr également une cylindrée de 2000 ccm et un poids de 1200 kg. Dans ce cas nous avons 2 enregistrements complètement identiques dans notre BD. Cela nous empêche d'identifier clairement un des 2 enregistrements.

Il nous faut donc un moyen, qui nous permet d'adresser sans ambiguïté chaque enregistrement dans la table → une clé primaire !

La clé primaire, constituée d'un ou de plusieurs champs, nous permet d'identifier de manière unique chaque enregistrement d'une table.

Examinons notre cas de la société de taxis. Aucun des 4 champs seul, et aucune combinaison des 4 champs ne se prêtent comme candidats pour devenir clé primaire, car aucun de ces champs ne contient des valeurs uniques à un et un seul taxi. Supposons par exemple la marque et le modèle comme clé primaire. Au cas où la société achète une deuxième BMW 320i, on ne pourrait plus distinguer entre les deux voitures.

Le ou les champs, qui forment la clé primaire doivent impérativement avoir des valeurs qui sont uniques pour toute la table[1], et qui permettent donc d'identifier chaque enregistrement.

Exemples:
Le numéro de matricule pour les assurés des caisses de maladie.
Le numéro client pour les clients d'une vidéothèque.

En ce qui concerne les taxis, nous avons deux possibilités:

1. Analyser s'il n'existe pas d'information concernant les taxis qui ne soit pas encore stockée dans la table et qui ferait une clé primaire valable. Une telle information serait par exemple le numéro de chassis, unique pour chaque voiture. On pourrait donc ajouter un champ *fldNochassis* et définir ce champ comme clé primaire. Ceci a comme désavantage que le numéro de chassis d'une voiture est un numéro assez long et compliqué, ce qui défavorise une utilisation conviviale de la table.

2. On pourrait inventer un numéro de taxi allant simplement de 1 jusqu'au nombre de taxis que la société possède. Le premier taxi enregistré serait le numéro TAXI=1, le deuxième le numéro TAXI=2 etc. . Bien que ce numéro n'ait aucune signification réelle, cette méthode de création de clés primaires artificielles est très répandue, et la plupart des SGBD offrent même un type de données prédéfini pour générer des valeurs uniques pour de telles clés primaires. Notre table aurait dans ce cas la structure suivante:

[1] pour une clé primaire composée de plusieurs champs, la combinaison des valeurs doit être unique

Clé primaire

idTaxi	fldMarque	fldModèle	fldCylindrée	fldPoids
1	BMW	525i	2500	1360
2	Ford	Orion	1800	1080
3	BMW	320i	2000	1200
...	...	...	...	...

Convention des noms:

Les noms des champs qui forment la clé primaire sont précédés du préfixe **id** (angl.: identifier).
Par exemple: idTaxi, idEmployé

Exercice

Définissez pour chacune des 3 tables, que vous avez défini dans l'exercice du chapitre 6.1, une clé primaire parmi les champs existants, resp. créez un nouveau champ qui assumera le rôle de clé primaire. Indiquez dans la grille suivante pour chaque table toutes les informations nécessaires.

Nom de la table:			
Membre de la clé primaire (Cochez la case si OUI)	**Nom du champ**	**Type de données**	**Description**
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			

Nom de la table:			
Membre de la clé primaire (Cochez la case si OUI)	**Nom du champ**	**Type de données**	**Description**
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			

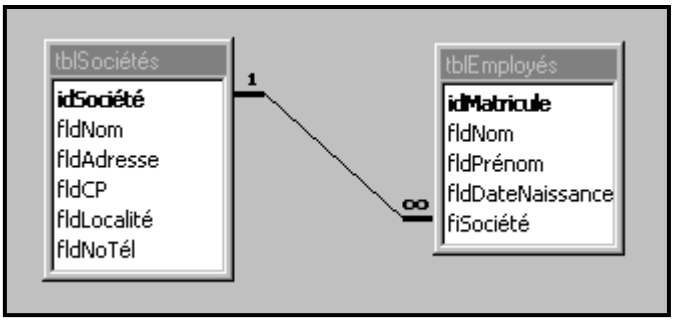
Nom de la table:			
Membre de la clé primaire (Cochez la case si OUI)	**Nom du champ**	**Type de données**	**Description**
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			
☐			

6.5 Relations entre tables - clé étrangère

Une base de données bien conçue est rarement composée d'une seule table, mais d'un ensemble de tables, entre lesquelles il existe certaines relations (voir chapitre 3:Méthode de modélisation de données).

Exemple:

Soit la BD suivante d'un organisme de sécurité sociale.



La table *tblEmployés* contient certaines informations concernant les employés, mais pas le nom de la société, qui emploie un employé en question. Les informations des sociétés se trouvent dans la table *tblSociétés*. Cependant, dans la table *tblEmployés* se trouve le champ *fiSociété*, qui contient pour chaque employé le numéro de la société patron. On peut retrouver chaque numéro de société encore une fois dans le champ *idSociété*, qui constitue la clé primaire de *tblSociétés*.
Les deux tables sont donc **logiquement liées** via les champs *fiSociété* et *idSociété*.

On dit que *fiSociété* est une **clé étrangère,** qui fait référence à la **clé primaire** *idSociété* de la table *tblSociétés*.

Clé étrangère

Un champ qui, dans une table, fait référence à la clé primaire d'une autre table est appelé clé étrangère (angl.: foreign key, foreign identifier). Ainsi sont définies les relations entre les tables.

6.6 Index

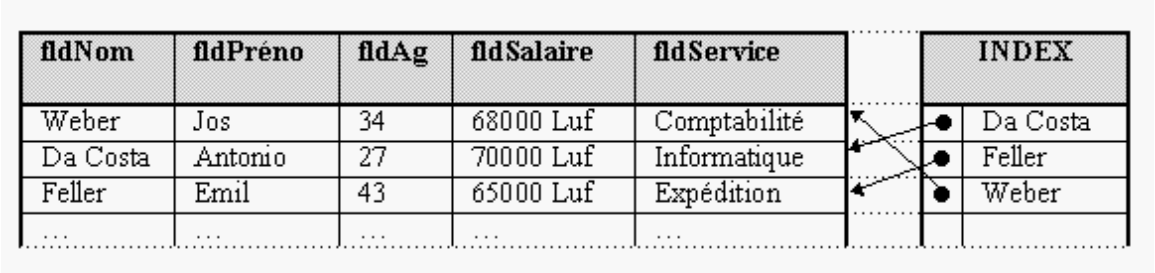
Une des utilisations fréquentes des tables consiste dans la recherche et le tri des enregistrements.

Lorsque les tables contiennent un grand nombre d'enregistrements, la recherche de certains enregistrements ainsi que le tri d'enregistrements nécessitent de plus en plus de temps. Les index sont des structures qui accélèrent les tris et recherches dans les tables, ainsi que l'exécution de certaines requêtes (voir chapitre 7).

Exemple:

Reprenons notre exemple des employés d'une société. Une recherche intéressante serait par exemple: MONTRE-MOI TOUS LES EMPLOYES DU SERVICE INFORMATIQUE !
Il serait aussi intéressant de trier les employés sur leur nom de famille. Au cas où la table contient beaucoup d'enregistrements, on devrait d'abord créer un index sur le champ **fldNom**, afin d'accélérer le tri.

Créer par exemple un index sur le champ **fldNom** veut dire que le SGBD copie toutes les valeurs existantes du champ **fldNom** dans une liste spéciale à 2 colonnes. La deuxième colonne contient les noms triés en ordre alphabétique, et la première contient une référence vers l'enregistrement correspondant de la table.



fldNom	fldPréno	fldAg	fldSalaire	fldService
Weber	Jos	34	68000 Luf	Comptabilité
Da Costa	Antonio	27	70000 Luf	Informatique
Feller	Emil	43	65000 Luf	Expédition
...	...	...	...	...

INDEX	
●	Da Costa
●	Feller
●	Weber

Il est évident que par la suite de la création de cet index, toutes les recherches et les tris concernant le nom de l'employé sont accélérées, puisque le SGBD consulte uniquement l'index pour retrouver le bon nom, pour ensuite utiliser la référence de l'index vers l'enregistrement correspondant de la table.

Un index peut aussi comporter plusieurs champs comme par exemple **fldService** et **fldNom**.

Propriétés importantes des index:

- Un index est toujours lié à un ou plusieurs champs d'une table.
- Un index peut seulement contenir des champs ayant un des types de données Texte, Numérique ou Date/Heure.
- Un index est automatiquement mis à jour par le SGBD lors d'un ajout, d'une modification ou d'une suppression d'enregistrements dans la table. Ceci est transparent pour l'utilisateur de la BD.
- Il existe deux types d'index:

1. Index avec doublons (Les valeurs doubles sont permises)
2. Index sans doublons (Les valeurs doubles ne sont pas permises)

Voici quelques règles qui nous aident à déterminer les champs d'une table qui ont besoin d'être indexés:

- La puissance des index joue uniquement pour des tables qui contiennent beaucoup d'enregistrements (Consultez la documentation de votre SGBD afin d'avoir des précisions).
- Un champ sur lequel on ne fait que rarement ou pas du tout de recherche ou de tri n'a pas besoin d'index.
- Les champs référencés fréquemment dans les recherches et tris doivent par contre être indexés.
- Pour les index multi-champs, il faut veiller à ce que la combinaison des champs dans l'index corresponde exactement au critère de recherche. Un index sur **nom&prénom** n'accélère pas une recherche du type **prénom=Jos & nom=Weber.**
- Un index sans doublons sur un champ empêche l'utilisateur d'entrer la même valeur dans ce champ, dans deux enregistrements différents.
- Définir trop d'index sur une table ralentit en général les opérations d'ajout, de modification et de suppression, parce que le SGBD doit mettre à jour la table **et** l'index.

La clé primaire est toujours indexée à l'aide d'un index sans doublons ! [1]

[1] Pour la plupart des SGBD, ceci est fait de façon automatique lors de la définition d'un ou de plusieurs champs comme clé primaire .

7. Les requêtes (angl. queries)

7.1 Table des matières :

7. Les requêtes (angl. queries) 109

7.1 Table des matières : 109

7.2 Définition 109

7.3 Introduction au langage SQL 112
7.3.1 Généralités 112
7.3.2 Syntaxe SQL de base 113
7.3.3 Les critères de sélection 116
7.3.4 Comparaison à un filtre 118
7.3.5 Les opérateurs logiques 119
7.3.6 Valeur zéro, chaîne vide et valeur indéterminée (NULL) 122
7.3.7 Comparaison à une fourchette de valeurs 125
7.3.8 Comparaison à une liste de valeurs 126
7.3.9 Définir l'ordre d'une requête de sélection 127
7.3.10 Les valeurs calculées 130
7.3.11 Les fonctions d'agrégation 131
7.3.12 Requêtes sur les groupes 133
7.3.13 Exercices 138

7.4 Les requêtes SQL multitable 157
7.4.1 La jointure 158
7.4.2 Auto- jointure 165
7.4.3 Les requêtes imbriquées 169
7.4.4 Exercices SQL 177

7.5 La méthode QBE 197

7.6 Les contraintes d'intégrité 199
7.6.1 Définition 199
7.6.2 Les types de contraintes d'intégrité 199
7.6.3 Exercices 201

7.2 Définition

Nous avons vu que la plupart des SGBD offrent la possibilité d'effectuer des recherches directement dans les tables. Les possibilités de formuler des critères de recherche sont cependant souvent assez limitées. Heureusement, la plupart des SGBD nous offrent également la possibilité de poser pratiquement n'importe quelle "question" à nos tables, sous forme de requêtes.

Les requêtes servent donc à répondre aux questions basées sur le contenu d'une ou de plusieurs tables. Nous allons plus tard étudier des requêtes, qui se basent sur plusieurs tables, mais pour l'instant nous allons nous limiter aux questions simples basées sur une seule table.

Exemple:

Reprenons notre table avec les taxis:

Taxi	fldMarque	fldModèle	fldCylindrée	fldPoids
1	BMW	525i	2500	1360
2	Ford	Orion	1800	1080
3	BMW	320i	2000	1200
	….	…	…	…

Une requête simple serait par exemple:

Quelles sont les marques et modèles des voitures ayant une cylindrée supérieure à 2000 ?

Le résultat serait un sous-ensemble de la table avec seulement les enregistrements qui vérifient le critère de sélection (→ cylindrée > 2000). Pour chacun de ces enregistrements, le SGBD affiche en plus seulement les champs explicitement demandés (→ *fldMarque* et *fldModèle*).

fldMarque	fldModèle
BMW	525i
….	…

Une requête simple produit donc comme résultat un sous-ensemble des enregistrements d'une table. En plus, une requête nous permet d'afficher seulement certains champs pour les enregistrements appartenant à ce sous-ensemble.
On appelle ces requêtes "Requêtes de Sélection", puisqu'il s'agit d'une sélection de certains enregistrements.

Il n'existe cependant pas seulement des requêtes de sélection, mais également:

- Des requêtes d'insertion → insérer des enregistrements dans la table.
  p.ex. Insérer un nouveau taxi : 4, BMW, 325i, 2500, 1270.
- Des requêtes de modification → modifier des enregistrements dans la table.
  p.ex. Modifier la cylindrée des Ford Orion de façon à ce qu'elle devienne 2000.
- Des requêtes de suppression → supprimer des enregistrements de la table.
  p.ex. Supprimer toutes les BMW.

Les requêtes possèdent l'avantage de pouvoir manipuler facilement un grand nombre d'enregistrements sans que l'utilisateur ne doive s'occuper de sélectionner enregistrement par enregistrement. Il lui suffit de spécifier des critères de sélection pour la requête, ainsi que l'opération à effectuer (→ simple sélection et affichage, insertion, modification ou suppression).

Bien que les requêtes de sélection soient implémentées d'une manière plus ou moins cohérente à travers les SGBD actuels, il existe des différences subtiles en ce qui concerne les requêtes d'insertion, de modification ainsi que de suppression. En plus, l'insertion et la suppression se font souvent de manière plus facile directement dans la table.

Il existe 4 types de requêtes:

1. **Requêtes de sélection.**
2. **Requêtes d'insertion.**
3. **Requêtes de modification.**
4. **Requêtes de suppression.**

Pour chaque requête nous retrouvons le cycle suivant:

Exercice

Quel est en général le résultat d'une requête:

- de sélection :
- d'insertion :
- de modification :
- de suppression :

7.3 Introduction au langage SQL

7.3.1 Généralités

Nous avons vu au chapitre précédent qu'il faut d'abord formuler une requête et puis l'exécuter, afin d'avoir des résultats. Vous pouvez probablement bien vous imaginer que les SGBD actuels ne comprennent pas le langage naturel. Aucun SGBD n'offre une possibilité d'écrire p.ex. *Je veux voir tous les taxis dont la marque est Ford* Pour formuler une requête, l'utilisateur doit donc utiliser un langage spécialisé pour ce domaine.

Le langage **SQL (Structured Query Language)** est un **standard international**, en ce qui concerne les langages de manipulation des BD. SQL est connu par tous les SGBDR. Il faut cependant mentionner que, malgré la présence de standards internationaux tels que SQL-86, SQL-89, SQL-92 (SQL2) ou SQL3 chaque SGBD sur le marché utilise un peu son propre dialecte du langage SQL.

[1] SQL 2 Marée/Ledant Edition A.Colin 2-200-2144-1

7.3.2 Syntaxe SQL de base

Nous distinguons les 4 types de requêtes suivants.

1. Requêtes de sélection.

```
SELECT <Nom d'un champ>, <Nom d'un champ>, ...
FROM <Nom de la table>
WHERE <Critères de sélection>;
```

2. Requêtes d'insertion.

[ ] veut dire que la liste des champs est optionnelle.

```
INSERT INTO <Nom de la table> [(<Liste des champs>)]
VALUES ( <Valeurs pour les champs> );
```

Attention: Lorsque vous n'indiquez pas la liste des champs derrière INSERT INTO , vous devez spécifier une valeur pour chaque champ de la table derrière VALUES . Les parenthèses derrière VALUES sont obligatoires. La liste des champs, lorsqu'elle est indiquée, contient les noms des champs, séparés par une virgule, et doit également être entourée de parenthèses.

3. Requêtes de modification.

```
UPDATE <Nom de la table>
SET <Nom d'un champ>={valeur}, <Nom d'un champ>={valeur}, . .
WHERE <Critères de sélection>;
```

4. Requêtes de suppression.

```
DELETE FROM <Nom de la table>
WHERE <Critères de sélection>;
```

A faire : Exercice pratique - Introduction à SQL (chap. 7.2.13)

Soit une table des employés d'une entreprise avec la structure suivante:

tblEmployés

Nom du champ	Type de données	Description
idEmployé	Numérique	Numéro de l'employé (clé primaire)
fldPrénom	Texte	Prénom de l'employé
fldNom	Texte	Nom de l'employé
fldNationalité	Texte	Nationalité de l'employé
fldAge	Numérique	Age de l'employé
fldSexe	Texte	Sexe de l'employé (M/F)
fldService	Texte	Service auquel l'employé est affecté
fldEntréeService	Date	Date d'entrée en service

Voici le code SQL nécessaire pour effectuer quelques requêtes élémentaires:

1. Afficher le prénom et le nom de tous les employés

```
SELECT fldPrénom, fldNom
FROM tblEmployés;
```

2. Insérer une nouvelle employée:

20	Angela	Portante	ITA	27	F	Comptabilité	25.3.1997

```
INSERT INTO tblEmployés
VALUES (20, 'Angela', 'Portante', 'ITA', 27, 'F', 'Comptabilité',
 #3/25/97#);
```

Remarques:

- **Les valeurs sont séparées par des virgules.**
- **Les données du type TEXTE sont entourées d'apostrophes.**
- **Les dates sont entourées du caractère # et indiquées dans le format américain #Mois/Jour/Année#**
  Exemple: 20.4.98 → #04/20/98# ou #4/20/98# ou #04/20/1998# ou #4/20/1998#

3. Afficher toutes les nationalités représentées dans la société

```
SELECT fldNationalité
FROM tblEmployés;
```

Quel est l'inconvénient de cette requête ? _____

Soit l'adaptation suivante de la requête:

```
SELECT DISTINCT fldNationalité
FROM tblEmployés;
```

Expliquez l'utilité de l'option **DISTINCT**

_____

_____

4. Afficher tous les champs pour tous les employés

```
SELECT idEmployé, fldPrénom, fldNom, fldNationalité, fldAge, fldSexe,
fldService, fldEntréeService
FROM tblEmployés;
```

ou

```
SELECT *
FROM tblEmployés;
```

Remarque:

L'opérateur * permet d'afficher tous les champs définis dans la table.

7.3.3 Les critères de sélection

Les critères de sélection constituent une expression logique; qui peut prendre la valeur '**Vrai**' ou '**Faux**'. Les critères de sélection sont appliqués à chaque enregistrement d'une table. Lorsque pour un enregistrement donné, l'expression logique prend la valeur 'Vrai', cet enregistrement :

- fait partie du résultat pour une requête de sélection;
- est modifié pour une requête de modification;
- est effacé pour une requête de suppression;

Comparaison à une valeur donnée.

Pour chaque enregistrement, la valeur d'un champ donné est comparée à une valeur fixe. Cette valeur fixe est généralement une valeur numérique, une date ou un texte.

Voici les opérateurs de comparaison:

=	**"est égal"**
>	**"strictement supérieur"**
<	**"strictement inférieur"**
>=	**"supérieur ou égal"**
<=	**"inférieur ou égal"**
<>	**"est différent"**

Exemples:

1. Afficher le prénom et le nom de tous les employés du service "Marketing"

```
SELECT fldPrénom, fldNom
FROM tblEmployés
WHERE fldService='Marketing';
```

Remarque

Les critères du type *texte* sont insensibles à la casse des caractères.

2. Afficher le prénom, le nom et l'âge de tous les employés plus jeunes que 50 ans

```
SELECT fldPrénom, fldNom, fldAge
FROM tblEmployés
WHERE fldAge<50;
```

Quel problème se pose lorsqu'on exécute cette même requête encore une fois un an plus tard ?

Cette requête ne reflète plus la situation correcte, puisque l'âge d'une personne augmente chaque année.

Comment peut-on éviter un tel problème dès le départ, déjà lors de la conception des tables ?

Mieux vaut prévoir un champ avec la date de naissance

3. Augmentez de la valeur 1 l'âge de Madame Angela Portante.

```
UPDATE tblEmployés
SET fldAge=fldAge+1
WHERE fldNom='Portante';
```

Remarque:

Cette requête peut provoquer des résultats imprévus au cas où plusieurs employés ont par exemple le même nom. Pour être certain de ne pas commettre d'erreur, il faudrait d'abord sélectionner tous les employés qui s'appellent "Portante". Lorsque cette requête ne fournit qu'un seul enregistrement, vous pouvez exécuter la requête comme indiqué en haut. Par contre lorsque vous remarquez que la table contient plusieurs employés au nom de "Portante", vérifiez les enregistrements, et retenez la valeur de la clé primaire (*idEmployé*) pour l'employé que vous désirez modifier. Ensuite utilisez la valeur de *idEmployé* dans la partie WHERE de la commande UPDATE (….WHERE idEmployé=<valeur>).

4. Effacez tous les employés du service Informatique.

```
DELETE FROM tblEmployés
WHERE fldService='Informatique';
```

5. Afficher le nom, le prénom et l'âge de tous les employés entrés en service à partir du 1.1.1995

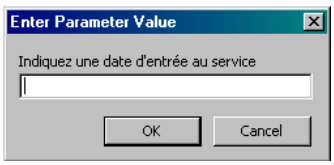
```
SELECT fldNom, fldPrénom, fldAge
FROM tblEmployés
WHERE fldEntréeService>=#1/1/95#;
```

Les requêtes paramétrées

Imaginez que de temps en temps on voudrait réexécuter cette requête avec une date d'entrée en service différente. Au lieu de modifier à chaque fois le critère de sélection on peut dans la plupart des SGBD définir une requête paramétrée, c.à.d. une requête qui ne contient pas directement une valeur (ici: date d'entrée en service) comme critère de sélection mais un paramètre. Ce paramètre est représenté par un texte entouré de crochets.

Ainsi, la requête suivante provoque d'abord l'affichage d'une boîte de dialogue:

```
SELECT fldNom, fldPrénom, fldAge
FROM tblEmployés
WHERE fldEntréeService>=[Indiquez une date d'entrée au service];
```



L'utilisateur de la requête indique ensuite une date dans la boîte de dialogue et sélectionne le bouton OK Finalement la requête est exécutée avec comme date la valeur entrée par l'utilisateur.

Une requête peut contenir plusieurs paramètres.

7.3.4 Comparaison à un filtre

Parfois, on ne connaît pas la valeur exacte à laquelle on veut comparer la valeur d'un champ. Dans ce cas on peut utiliser un filtre. Un filtre est une expression qui peut contenir des lettres, des chiffres et en plus les 2 caractères spéciaux (angl. Wildcards) suivants:

- **%** représente n'importe quelle séquence de 0 ou plusieurs caractères;
- **_** représente un seul caractère quelconque.

Exemple: Pour rechercher des personnes dont le nom est 'SCHMITZ' ou 'SCHMITT' ou 'SCHMIT' etc. on définit par exemple le filtre suivant : **'SCHMI%'**

Exemple: Le filtre **'BL__'** sélectionne par exemple les valeurs 'BLEU' ou 'BLUE' mais pas 'BLANC'

Les filtres sont utilisés ensemble avec le mot réservé LIKE. Voici la syntaxe:

. . .
WHERE <Nom du champ> LIKE <Filtre>

Exemples:

1. Afficher le nom et le prénom des employés dont le prénom contient un trait d'union (p.ex. Jean-Jacques)

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblEmployés
WHERE fldPrénom LIKE '%-%';
```

2. Afficher le nom, le prénom et l'âge des employés dont le nom commence par 'W', est composé de 5 lettres et se termine par 'R'

```
SELECT fldNom, fldPrénom, fldAge
FROM tblEmployés
WHERE fldNom LIKE 'W___R';
```

Remarque

Pour les manipulations pratiques, il faut se rendre compte que certains SGBD utilisent des caractères spéciaux différents pour représenter une séquence de caractères respectivement un caractère quelconque. MS-Access par exemple utilise les caractères suivants:

	SQL	MS-Access
Séquence de 0 ou plusieurs caractères	**%**	*****
Un seul caractère quelconque	**_**	**?**

7.3.5 Les opérateurs logiques

Il existe 3 opérateurs logiques:

1. **NOT** (Négation logique)

   L'opérateur NOT inverse le résultat d'une expression logique.

2. **AND** (Et logique)

   L'opérateur AND nous permet de combiner plusieurs conditions dans une expression logique. L'expression logique retourne uniquement la valeur 'Vrai' lorsque toutes les conditions sont remplies.

3. **OR** (Ou logique)

   L'opérateur OR nous permet de combiner plusieurs conditions dans une expression logique. L'expression logique retourne la valeur 'Vrai' lorsque au moins une des conditions est remplie.

Priorité des opérateurs logiques

Lorsqu'on combine plusieurs conditions par des opérateurs logiques, le résultat final de l'expression logique dépend de l'ordre d'exécution des différentes conditions. Cet ordre est déterminé par la priorité des opérateurs logiques. Voici l'ordre prédéfini en SQL:

1. Déterminer le résultat logique ('Vrai','Faux') des comparaisons (=, <, > etc.)
2. Effectuer les négations (NOT)
3. Effectuer les AND
4. Effectuer les OR

Pour modifier cet ordre d'exécution, nous pouvons utiliser des parenthèses afin de grouper les différentes conditions logiques.

Exemples

1. Afficher le prénom et le nom de tous les employés qui ne travaillent pas dans le service "Marketing"

```
SELECT fldPrénom, fldNom
FROM tblEmployés
WHERE NOT fldService='Marketing';
```

   Formulez une requête qui affiche exactement le même résultat, sans utiliser l'opérateur NOT.

```
SELECT fldPrénom, fldNom
FROM tblEmployés
WHERE fldService<>'Marketing';
```

2. Afficher le numéro d'employé, le prénom et le nom de tous les employés dont le nom ne commence pas par la lettre 'W'

```
SELECT idEmployé, fldPrénom, fldNom
FROM tblEmployés
WHERE NOT fldNom LIKE 'W%';
```

3. Afficher le numéro de l'employé, le prénom et le nom pour les employés du service Informatique qui ont moins de 30 ans.

```
SELECT idEmployé, fldPrénom, fldNom
FROM tblEmployés
WHERE fldService='Informatique' AND fldAge<30;
```

4. Afficher le prénom et le nom des employés féminins (code=F) qui ne travaillent pas au service marketing.

```
SELECT fldPrénom, fldNom
FROM tblEmployés
WHERE fldSexe='F' AND NOT fldService='Marketing';
```

ou

```
SELECT fldPrénom, fldNom
FROM tblEmployés
WHERE fldSexe='F' AND fldService<>'Marketing';
```

5. Afficher tous les champs pour les employés de nationalité luxembourgeoise (Code=LUX) ou portugaise (Code=PRT).

```
SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldNationalité='LUX' OR fldNationalité='PRT';
```

6. L'employé Emil Meier est transféré du service Comptabilité dans le service Informatique. Reflétez ce changement dans la table.

```
UPDATE tblEmployés
SET fldService='Informatique'
WHERE fldPrénom='Emil' AND fldNom='Meier';
```

Remarque:

Cette requête peut provoquer des résultats imprévus au cas où plusieurs employés ont par exemple le même nom. Pour être certain de ne pas commettre d'erreur, il faudrait d'abord sélectionner tous les employés qui s'appellent Emil Meier. Lorsque cette requête ne fournit qu'un seul enregistrement, vous pouvez exécuter la requête comme indiqué en haut. Par contre lorsque vous remarquez que la table contient plusieurs employés au nom de Emil Meier, vérifiez les enregistrements, et retenez la valeur de la clé primaire (idEmployé) pour l'employé que vous désirez modifier. Ensuite utilisez la valeur de idEmployé dans la partie WHERE de la commande UPDATE (….WHERE idEmployé=<valeur>).

7. Affichez tous les champs pour les employés féminins de nationalité luxembourgeoise (Code='LUX') ou allemande (Code='ALL')

```
SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE (fldNationalité='LUX' OR fldNationalité='ALL') AND fldSexe='F';
```

Est-ce que cette requête serait correcte sans les parenthèses ?

Non, car la priorité de l'opérateur AND sur l'opérateur OR ferait qu'on sélectionne tous les employés luxembourgeois et les employés féminins allemands.

8. Afficher le numéro, le nom et le prénom de tous les employés embauchés pendant le mois de juillet 1997.

```
SELECT idEmployé, fldNom, fldPrénom
FROM tblEmployés
WHERE fldEntréeService >= #7/1/97# AND fldEntréeService <=#7/31/97#;
```

ou

```
SELECT idEmployé, fldNom, fldPrénom
FROM tblEmployés
WHERE MONTH(fldEntréeService)=7 AND YEAR(fldEntréeService)=1997;
```

SQL met à notre disposition certaines fonctions qui nous facilitent la gestion des dates:

DATE	retourne la date actuelle
YEAR(<date	retourne l'année d'une date en format XXXX
MONTH(<date	retourne le mois d'une date (1-12)
DAY(<date	retourne le jour d'une date (1-31)
<date> peut être:	- une date entrée manuellement - le nom d'un champ qui contient une date

En plus, on peut calculer la différence entre deux dates à l'aide de l'opérateur arithmétique - .
Attention: Cette différence est exprimée en jours.

9. Afficher toutes les informations pour les employés masculins embauchés pendant les 15 derniers jours.

```
SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldSexe='M' AND DATE()-fldEntréeService<=15;
```

7.3.6 Valeur zéro, chaîne vide et valeur indéterminée (NULL)

Généralement, chaque champ dans une table possède une valeur bien définie. Il existe pourtant des situations spéciales.

La quantité en stock d'un nouveau produit par exemple peut être 0, le prénom ne s'applique pas du tout pour un client du type "Société" tandis que l'adresse d'un nouveau client peut être encore inconnue lors de l'insertion des données du client dans une BD.

Les SGBD nous offrent en général 3 valeurs pour ces types de situations:
- Le nombre 0 ;
- La chaîne de caractères vide (") ;
- La valeur prédéfinie **NULL** (Valeur indéterminée, Champ vide).

Il n'est pas toujours évident de décider sur la bonne valeur. Voici quelques réflexions concernant les exemples énoncés:
- Pour le stock d'un produit, qui est 0 au début, il est conseillé d'insérer effectivement dès le début la valeur numérique 0. On a effectivement 0 produits dans le stock ce qui ne veut pas dire que la quantité en stock est indéterminée.
- Pour le prénom d'un client du type "Société" on utilise la chaîne vide ("). Le prénom d'une société est définitivement non-existant.
- En ce qui concerne l'adresse d'un nouveau client, on insère la valeur NULL, ce qui veut dire que l'adresse est (pour le moment) indéterminée. On est plus ou moins sûr de connaître l'adresse à un moment ultérieur.
- Lorsqu'un nouveau client n'a pas de fax, on peut affecter la chaîne vide au champ. Si par contre le client possède un numéro de fax, mais pour une raison ou l'autre on l'ignore encore, on devrait plutôt affecter la valeur NULL au champ.

En général, on peut dire que la valeur NULL est uniquement affectée à un champ en cas d'indétermination de la valeur du champ.

Remarques:

On peut insérer la valeur NULL de façon explicite, par exemple à l'aide d'une requête d'insertion. La plupart des SGBD insèrent automatiquement la valeur NULL pour chaque champ qui n'a pas de valeur explicite associée dans une requête d'insertion.

L'opérateur **IS NULL** nous permet de tester de façon explicite si une valeur est indéterminée pour un champ. L'opérateur **IS NOT NULL** permet de tester inversement le fait que la valeur est bien déterminée.

Exemple:

1. Vous devez ajouter un nouvel employé dans la BD. Voici les informations dont vous disposez:

24	Marcel	Schrobiltgen	LUX	**?**	M	**?**	<date actuelle>

Sachant que M.Schrobiltgen n'est pas du tout affecté à un service spécifique, puisqu'il est le réviseur interne de l'entreprise, formulez la requête d'insertion.

```
INSERT INTO tblEmployés
VALUES (24, 'Marcel', 'Schrobiltgen', 'LUX', NULL, 'M', '', DATE());
```

ou

```
INSERT INTO tblEmployés (idEmployé, fldPrénom, fldNom, fldNationalité,
fldSexe, fldService, fldEntréeService)
VALUES (24, 'Marcel', 'Schrobiltgen', 'LUX', 'M', '', DATE());
```

Attention: On ne connaît pas encore l'âge de M.Schrobiltgen, puisqu'on a probablement oublié de le lui demander. Toutefois on est sûr de le connaître plus tard, ce qui veut dire que pour l'instant son âge est indéterminé (☞ valeur NULL pour le champ *fldAge*). En ce qui concerne le service, celui-ci n'est pas vraiment indéterminé, puisqu'on sait très bien que M.Schrobiltgen n'est pas du tout affecté à un service (☞ chaîne vide pour le champ *fldService*).

Exercice

Dans laquelle des requêtes suivantes va apparaître M.Schrobiltgen ?

```
SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldAge=0;

SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldAge IS NULL;
```

```
SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldService='';

SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldService IS NULL;

SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldAge IS NOT NULL AND fldService='';

SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldAge IS NOT NULL OR fldService='';
```

7.3.7 Comparaison à une fourchette de valeurs

L'opérateur **BETWEEN ... AND ...** permet de déterminer si la valeur d'un champ donné appartient à un intervalle bien défini. L'intervalle est généralement un intervalle numérique ou un intervalle du type Date.

Exemples

1. Afficher le numéro d'employé, le nom et l'âge des employés âgés entre 30 et 50 ans.

```
SELECT idEmployé, fldNom, fldAge
FROM tblEmployés
WHERE fldAge BETWEEN 30 AND 50;
```

   Formulez une requête qui affiche exactement le même résultat, sans utiliser l'opérateur BETWEEN ... AND ....

```
SELECT idEmployé, fldNom, fldAge
FROM tblEmployés
WHERE fldAge>=30 AND fldAge<=50;
```

2. Afficher tous les champs pour les employés masculins âgés entre 20 et 30 ans et les employés féminins âgés entre 40 et 50 ans.

```
SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldSexe='M' AND fldAge BETWEEN 20 AND 30 OR fldSexe='F' AND fldAge
      BETWEEN 40 AND 50;
```

7.3.8 Comparaison à une liste de valeurs

L'opérateur **IN (<Liste de valeurs>)** permet de déterminer si la valeur d'un champ donné appartient à une liste de valeurs prédéfinies.

De même, l'opérateur **NOT IN (<Liste de valeurs>)** permet de déterminer si la valeur d'un champ donné n'appartient pas à une liste de valeurs prédéfinies.

Les valeurs dans la liste des valeurs sont généralement des valeurs numériques, des valeurs du type Texte ou des valeurs du type Date.

Exemples:

1. Afficher le numéro d'employé, le nom, l'âge et le service des employés qui sont affectés aux services 'Comptabilité', 'Informatique' et 'Vente'.

```
SELECT idEmployé, fldNom, fldAge, fldService
FROM tblEmployés
WHERE fldService IN ('Comptabilité','Informatique','Vente');
```

   Formulez une requête qui affiche exactement le même résultat, sans utiliser l'opérateur IN.

```
SELECT idEmployé, fldNom, fldAge, fldService
FROM tblEmployés
WHERE fldService='Comptabilité' OR fldService='Informatique'OR
      fldService='Vente';
```

2. Afficher tous les champs pour les employés masculins, âgés d'au moins 30 ans qui ne sont pas de nationalité luxembourgeoise (Code='LUX'), portugaise (Code='PRT'), allemande (Code='ALL') ou italienne (Code='ITA')

```
SELECT *
FROM tblEmployés
WHERE fldSexe='M' AND fldAge>=30 AND fldNationalité NOT IN ('LUX', 'PRT',
      'ALL', 'ITA');
```

7.3.9 Définir l'ordre d'une requête de sélection

L'ordre obtenu dans la réponse d'une requête de sélection a été laissé jusqu'à maintenant au pur hasard.

L'expression ORDER BY nous permet de définir convenablement l'ordre d'apparition des enregistrements qui vérifient les critères de sélection de la requête. Voici la syntaxe:

```
SELECT <Nom d'un champ>, <Nom d'un champ>, ...
FROM <Nom de la table>
WHERE <Critères de sélection>
ORDER BY <Nom d'un champ>[ASC/DESC], <Nom d'un champ>[ASC/DESC], ... ;
```

Par défaut l'ordre de tri est ascendant (ASC), donc vous n'avez pas nécessairement besoin d'indiquer le mot ASC. Cependant, lorsque vous voulez trier les enregistrements en ordre descendant, le mot DESC est indispensable.

Exemples:

Soit la table suivante.

tblLivres

Nom du champ	Type de données	Description
idLivre	Numérique	Numéro du livre (Clé primaire)
fldTitre	Texte	Titre du livre
fldAuteur	Texte	Auteur du livre
fldLangue	Texte	Langue (ALL, FRA, ANG)
fldGenre	Texte	Genre du livre (Roman, Technique, Histoire …)
fldPrix	Numérique	Prix de vente du livre
fldEnStock	Numérique	Quantité d'exemplaires en stock

Exemple 1:

```
SELECT idLivre, fldTitre, fldAuteur, fldPrix
FROM tblLivres
ORDER BY fldPrix;
```

respectivement

```
SELECT idLivre, fldTitre, fldAuteur, fldPrix
FROM tblLivres
ORDER BY fldPrix ASC;
```

Query9 : Select Query

idLivre	fldTitre	fldAuteur	fldPrix
99832	Dracula	Bram Stoker	450
87777	Roter Drache	Thomas Harris	489
38366	Die Prüfung	F.Paul Wilson	600
57296	Le micro ... comment ça marche ?	Ron White	824
33344	Teach yourself Java in 21 days	Charles Perkins	1065
78999	Der letzte Zar	Klaus Werheim	1074
87644	Novell Netware 4.1	Pierre Godefroid	1138
34000	MS-Access 2.0	Ken Getz	1377
98222	Der Zerfall des Sowjetimperium	Alexeji Kolimov	1436
0			0

Record: 1 of 9

Exemple 2:

```
SELECT idLivre, fldTitre, fldAuteur, fldPrix
FROM tblLivres
ORDER BY fldPrix DESC;
```

Query9 : Select Query

idLivre	fldTitre	fldAuteur	fldPrix
98222	Der Zerfall des Sowjetimperium	Alexeji Kolimov	1436
34000	MS-Access 2.0	Ken Getz	1377
87644	Novell Netware 4.1	Pierre Godefroid	1138
78999	Der letzte Zar	Klaus Werheim	1074
33344	Teach yourself Java in 21 days	Charles Perkins	1065
57296	Le micro ... comment ça marche ?	Ron White	824
38366	Die Prüfung	F.Paul Wilson	600
87777	Roter Drache	Thomas Harris	489
99832	Dracula	Bram Stoker	450
0			0

Record: 1 of 9

On peut aussi trier sur plusieurs champs. Pour afficher tous les livres triés d'abord sur leur genre en ordre ascendant et pour chaque genre sur le prix en ordre descendant, on utilise la requête suivante:

Exemple 3:

```
SELECT idLivre, fldTitre, fldAuteur, fldGenre, fldPrix
FROM tblLivres
ORDER BY fldGenre ASC, fldPrix DESC;
```

Query9 : Select Query

idLivre	fldTitre	fldAuteur	fldGenre	fldPrix
98222	Der Zerfall des Sowjetimperium	Alexeji Kolimov	Histoire	1436
78999	Der letzte Zar	Klaus Werheim	Histoire	1074
38366	Die Prüfung	F.Paul Wilson	Roman	600
87777	Roter Drache	Thomas Harris	Roman	489
99832	Dracula	Bram Stoker	Roman	450
34000	MS-Access 2.0	Ken Getz	Technique	1377
87644	Novell Netware 4.1	Pierre Godefroid	Technique	1138
33344	Teach yourself Java in 21 days	Charles Perkins	Technique	1065
57296	Le micro ... comment ça marche ?	Ron White	Technique	824
0				0

Record: 1 of 9

Nous remarquons que **l'ordre de tri est basé sur l'ordre alphabétique pour les champs de type TEXTE et sur l'ordre numérique pour les champs de type NUMERIQUE**. La plupart des SGBD sont également capable de trier des valeurs de type DATE.

Exemple 4:

Afficher le numéro du livre, le titre, l'auteur et la langue de tous les romans. Triez la liste en ordre descendant sur la langue.

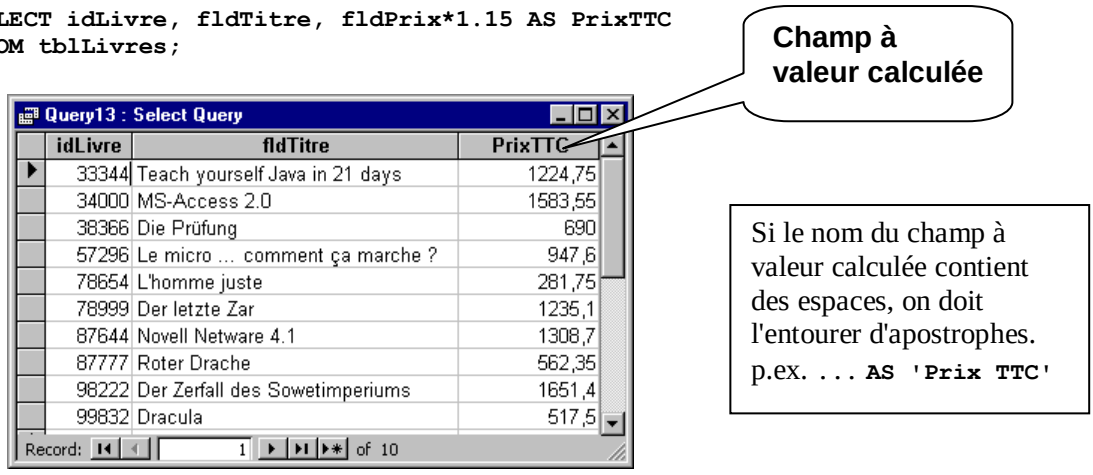
```
SELECT idLivre, fldTitre, fldAuteur, fldLangue
FROM tblLivres
WHERE fldGenre='Roman'
ORDER BY fldLangue DESC;
```

7.3.10 Les valeurs calculées

Dans une requête on a la possibilité de définir des champs à valeur calculée. Un tel champ ne fait pas partie d'une table, mais contient une valeur, qui est calculée sur base d'un ou de plusieurs champs existants.

Exemple:

```
SELECT idLivre, fldTitre, fldPrix*1.15 AS PrixTTC
FROM tblLivres;
```

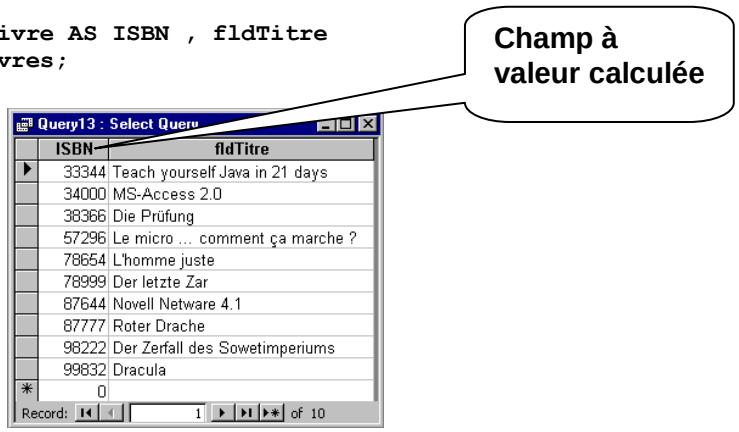

Champ à valeur calculée
Query13 : Select Query
idLivre
fldTitre
PrixTTC
33344 Teach yourself Java in 21 days 1224,75
34000 MS-Access 2.0 1583,55
38366 Die Prüfung 690
57296 Le micro ... comment ça marche ? 947,6
78654 L'homme juste 281,75
78999 Der letzte Zar 1235,1
87644 Novell Netware 4.1 1308,7
87777 Roter Drache 562,35
98222 Der Zerfall des Sowetimperiums 1651,4
99832 Dracula 517,5
Record: 1 of 10

Si le nom du champ à valeur calculée contient des espaces, on doit l'entourer d'apostrophes.
p.ex. `. . . AS 'Prix TTC'`

Remarque: On peut utiliser un champ à valeur calculée pour renommer l'en-tête d'un champ affiché dans une requête.

Exemple:

```
SELECT idLivre AS ISBN , fldTitre
FROM tblLivres;
```



Remarque

Un champ à valeur calculée n'est pas à confondre avec des calculs qui peuvent intervenir à l'intérieur d'un critère de sélection. Comme un critère de sélection n'est rien d'autre qu'une expression, qui peut être évaluée soit à la valeur logique VRAI, soit à la valeur logique FAUX, la requête suivante est absolument correcte, mais ne définit pas de champ à valeur calculée.

```
SELECT idLivre, fldTitre
FROM tblLivres
WHERE (fldPrix*fldEnStock) < 5000;
```

7.3.11 Les fonctions d'agrégation

Derrière ce mot compliqué se cachent quelques fonctions qui peuvent être utilisées à l'intérieur des requêtes de sélection pour faire des calculs sur le résultat de la requête. Imaginons la requête suivante:

```
SELECT *
FROM tblLivres
WHERE fldEnStock=0;
```

Cette requête nous retourne tous les livres dont il n'y a plus d'exemplaire en stock. Il se peut très bien que l'utilisateur ne soit pas intéressé dans le détail, mais veuille uniquement connaître le nombre de livres dont il n'y a plus d'exemplaires en stock. La requête correspondante est:

```
SELECT COUNT(*)
FROM tblLivres
WHERE fldEnStock=0;
```

Le résultat de cette requête est une **valeur unique** indiquant combien de livres se trouvent dans la table avec le champ *fldEnStock* ayant la valeur 0.

Les paramètres d'une fonction d'agrégation sont toujours entourés de parenthèses.

Voici les fonctions d'agrégations les plus répandues:

COUNT (*)	Détermine le nombre d'enregistrements du résultat de la requête. Tient compte de tous les enregistrements, y inclus ceux contenant des valeurs NULL
COUNT (Nom d'un champ)	Détermine le nombre des enregistrements pour lesquels le champ indiqué ne contient pas la valeur NULL
SUM (Nom d'un champ)	Calcule pour tous les enregistrements sélectionnés, la somme des valeurs du champ indiqué, pourvu que cette valeur soit différente de NULL.
AVG (Nom d'un champ)	Calcule pour tous les enregistrements sélectionnés, la moyenne des valeurs du champ indiqué, pourvu que cette valeur soit différente de NULL.
MAX (Nom d'un champ)	Détermine pour tous les enregistrements sélectionnés, la plus grande des valeurs du champ indiqué, pourvu que cette valeur soit différente de NULL.
MIN (Nom d'un champ)	Détermine pour tous les enregistrements sélectionnés, la plus petite des valeurs du champ indiqué, pourvu que cette valeur soit différente de NULL.

Remarque: Il est conseillé de renommer l'en-tête (`AS ...`) afin d'augmenter la lisibilité du résultat affiché.

Exemples:

1. Affichez la moyenne des prix des livres allemands.

```
SELECT AVG(fldPrix) AS 'Moyenne des prix'
FROM tblLivres
WHERE fldLangue='ALL';
```

2. Affichez la quantité totale des exemplaires des romans allemands.

```
SELECT SUM(fldEnStock) AS 'Exemplaires de romans allemands'
FROM tblLivres
WHERE fldGenre='Roman'
  AND fldLangue='ALL';
```

3. Combien de livres d'histoire existent en langue française ?

```
SELECT COUNT(*) AS 'Livres d'histoire en langue française'
FROM tblLivres
WHERE fldGenre='Histoire'
  AND fldLangue='FRA';
```

4. Déterminez le prix du roman anglais le plus cher qui est actuellement disponible.

```
SELECT MAX(fldPrix) AS 'Prix du roman anglais le plus cher'
FROM tblLivres
WHERE fldGenre='Roman'
  AND fldLangue='ANG'
  AND fldEnStock>0;
```

Remarque:

Les fonctions d'agrégation admettent comme paramètre également:

- des expressions contenant plusieurs champs;
- l'option DISTINCT.

Exemples:

1. Calculez la valeur actuelle du stock

```
SELECT SUM(fldPrix * fldEnStock) AS 'Valeur actuelle du stock'
FROM tblLivres;
```

2. Combien de langues différentes sont représentées dans notre stock de livres

```
SELECT COUNT(DISTINCT fldLangue) AS Langues
FROM tblLivres;
```

A faire : Exercice 1

7.3.12 Requêtes sur les groupes

7.3.12.1 La clause GROUP BY

Reprenons notre table avec les livres d'une librairie.

tblLivres

Nom du champ	Type de données	Description
idLivre	Numérique	Numéro du livre (Clé primaire)
fldTitre	Texte	Titre du livre
fldAuteur	Texte	Auteur du livre
fldLangue	Texte	Langue (ALL, FRA, ANG)
fldGenre	Texte	Genre du livre (Roman, Technique, Histoire …)
fldPrix	Numérique	Prix de vente du livre
fldEnStock	Numérique	Quantité d'exemplaires en stock

Soit la requête suivante:

```
SELECT fldTitre,fldGenre,fldEnStock
FROM tblLivres;
```

Voici à titre d'exemple le résultat de cette requête

Query35 : Select Query

fldTitre	fldGenre	fldEnStock
Teach yourself Java in 21 days	Technique	13
MS-Access 2.0	Technique	5
Ms-Access 97	Technique	0
New Windows 98	Technique	23
Die Prüfung	Roman	3
Le micro … comment ça marche ?	Technique	2
L'homme juste	Roman	3
Der letzte Zar	Histoire	2
Novell Netware 4.1	Technique	3
Roter Drache	Roman	3
Der Zerfall des Sowetimperiums	Histoire	2
Dracula	Roman	3

Record: 1 of 12

Si on voulait connaître la quantité en stock par genre de livre, on aurait le résultat suivant:

Query35 : Select Query

fldGenre	'En Stock'
Histoire	4
Roman	12
Technique	46

Record: 1

SQL nous offre une extension à la requête de sélection, qui nous permet de formuler exactement ce type de questions. La clause **GROUP BY <Liste des champs de groupe>** répartit le résultat d'une requête de sélection en groupes.

Généralement, on applique une fonction d'agrégation aux membres de chaque groupe.

Voici la requête qui nous donne le tableau précédent:

```
SELECT fldGenre, SUM(fldEnStock) As 'En Stock'
FROM tblLivres
GROUP BY fldGenre;
```

La clause **GROUP BY fldGenre** crée des groupes selon les valeurs du champ *fldGenre*, c.à.d. les 3 groupes 'Histoire' , 'Roman' et 'Technique'. L'affichage des groupes se fait par défaut de manière ascendante (☞ utiliser **ORDER BY** pour changer l'ordre).

La partie **SELECT fldGenre, SUM(fldEnStock)** affiche pour chaque groupe une seule ligne, qui contient la valeur du champ de groupe *fldGenre*, ainsi que la somme des valeurs du champ *fldEnStock*.

La partie ... **AS 'En Stock'** est uniquement utilisée afin de renommer l'en-tête du champ calculé via la fonction d'agrégation SUM.

La clause GROUP BY

La clause **GROUP BY <Liste des champs de groupe>** intervient sur le résultat d'un SELECT. En fait, les enregistrements résultant d'une requête de sélection sont groupés, de façon qu'à l'intérieur de chaque groupe, les valeurs pour la liste des champs de groupe soient identiques.

Généralement, on applique une fonction d'agrégation à un ou plusieurs champs, ne faisant pas partie de la liste des champs de groupe.

Attention: La clause SELECT peut uniquement contenir des champs faisant partie de la liste des champs de groupe et des fonctions d'agrégation appliquées à un des autres champs.

La requête de sélection peut bien sûr contenir des critères de sélection (WHERE ...), qui éliminent un certain nombre d'enregistrements déjà avant la création des groupes.

On a la possibilité d'appliquer la clause ORDER BY au résultat d'un GROUP BY

Syntaxe:

```
SELECT <Liste des champs de groupe>,[COUNT/SUM...]
FROM <Nom de la table>
WHERE <Critères de sélection>
GROUP BY <Liste de champs de groupe>
ORDER BY <Nom d'un champ>[ASC/DESC], <Nom d'un champ>[ASC/DESC], ...;
```

Exemples:

1. Classez les genres de livres par ordre descendant et affichez pour chaque genre la moyenne du prix.

```
SELECT fldGenre, AVG(fldPrix) AS 'Moyenne du prix'
FROM tblLivres
GROUP BY fldGenre
ORDER BY fldGenre DESC;
```

2. Même question, mais en tenant uniquement compte des livres anglais

```
SELECT fldGenre, AVG(fldPrix) AS 'Moyenne du prix'
FROM tblLivres
WHERE fldLangue='ANG'
GROUP BY fldGenre
ORDER BY fldGenre DESC;
```

3. Affichez pour chaque genre, le nombre de livres, ainsi que la quantité d'exemplaires en stock.

```
SELECT fldGenre, COUNT(*) AS Titres, SUM(fldEnStock) AS Quantité
FROM tblLivres
GROUP BY fldGenre;
```

4. Regroupez les livres par genre et par langue et affichez pour chaque groupe la valeur en stock des livres. Triez le résultat par ordre ascendant sur les langues, et à l'intérieur d'une langue par ordre ascendant sur le genre.

```
SELECT fldGenre, fldlangue, SUM(fldPrix*fldEnStock) AS 'Valeur en stock'
FROM tblLivres
GROUP BY fldGenre, fldLangue
ORDER BY fldLangue, fldGenre;
```

Exercice

Comparez les deux requêtes suivantes.

`SELECT fldLangue`
`FROM tblLivres`
`GROUP BY fldLangue;`
	`SELECT DISTINCT fldLangue`
	`FROM tblLivres;`

Les deux requêtes fournissent en principe le même résultat (ordre ascendant pour GROUP BY).

Remarque:
Si pour un champ de groupe, les valeurs d'un ou de plusieurs enregistrements sont indéterminées (NULL), alors ces enregistrements sont regroupées dans un groupe séparé (Groupe 'NULL').

7.3.12.2 La clause HAVING

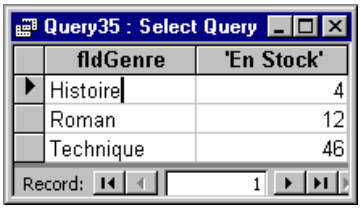
Sachant que les critères de sélection (WHERE ...) nous permettent d'éliminer un certain nombre d'enregistrements avant la création des groupes, il serait intéressant de disposer d'une deuxième possibilité de filtrage, qui s'applique aux groupes eux-mêmes.

La clause **HAVING <Critères de sélection des groupes>** nous offre la possibilité d'éliminer du résultat les groupes qui ne donnent pas satisfaction aux critères de sélection des groupes.

Reprenons l'exemple:

```
SELECT fldGenre, SUM(fldEnStock) AS 'En Stock'
FROM tblLivres
GROUP BY fldGenre;
```

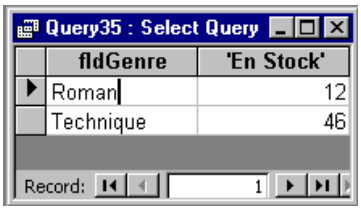
qui nous donne le résultat suivant:



Lorsqu'on veut par exemple uniquement afficher les groupes pour lesquelles la quantité en stock est supérieure à 10, on utilise la clause HAVING de la façon suivante:

```
SELECT fldGenre, SUM(fldEnStock) AS 'En Stock'
FROM tblLivres
GROUP BY fldGenre
HAVING SUM(fldEnStock)>10;
```

Voici le résultat correspondant.



Est-ce que la requête suivante donne le même résultat ? Expliquez.

```
SELECT fldGenre, SUM(fldEnStock) AS 'En Stock'
FROM tblLivres
WHERE fldEnStock>10
GROUP BY fldGenre;
```

Non, car la clause WHERE élimine directement les enregistrements pour lesquels la quantité en stock est inférieure ou égale à 10. La clause HAVING élimine uniquement les groupes dont le total en stock pour tous les livres du groupe est inférieur ou égal à 10. Le groupe 'ROMAN' par exemple contient >10 livres en stock, bien que tous les enregistrements du groupe aient une valeur <10 pour *fldEnStock*

La clause HAVING

La clause **HAVING <Critères de sélection des groupes> est uniquement spécifiée en relation avec un GROUP BY**. Une fois les groupes créés, cette clause en élimine certains, basés sur les critères de sélection des groupes.

Les critères de sélection des groupes portent bien entendu sur la valeur d'une ou de plusieurs des fonctions d'agrégation calculées pour chaque groupe.

Syntaxe:

```
SELECT <Liste des champs de groupe>,[COUNT/SUM...]
FROM <Nom de la table>
WHERE <Critères de sélection>
GROUP BY <Liste de champs de groupe>
HAVING <Critères de sélection des groupes>
ORDER BY <Nom d'un champ>[ASC/DESC], <Nom d'un champ>[ASC/DESC], ...;
```

Exemples:

1. Affichez pour chaque langue, le nombre de titres disponibles, ainsi que la quantité d'exemplaires en stock, en tenant uniquement compte des langues pour lesquelles la quantité d'exemplaires est supérieure à 0.

```
SELECT fldLangue, COUNT(*) AS Titres, SUM(fldEnStock) AS Quantité
FROM tblLivres
GROUP BY fldLangue
HAVING SUM(fldEnStock)>0;
```

2. Même question, mais en éliminant dès le début les livres anglais

```
SELECT fldLangue, COUNT(*) AS Titres, SUM(fldEnStock) AS Quantité
FROM tblLivres
WHERE fldLangue<>'ANG'
GROUP BY fldLangue
HAVING SUM(fldEnStock)>0;
```

3. Classez les auteurs par ordre descendant en fonction du nombre de titres. Tenez uniquement compte des titres français et allemands, et des auteurs ayant au moins 3 titres disponibles.

```
SELECT fldAuteur, COUNT(*) AS Titres
FROM tblLivres
WHERE fldLangue IN ('FRA', 'ALL')
GROUP BY fldAuteur
HAVING COUNT(*)>=3
ORDER BY COUNT(*) DESC;
```

A faire : Exercice 2 et Exercice 3

7.3.13 Exercices

Exercice pratique - Introduction à SQL

Préparation

1. Créez en Access une base de données **`Supermarché.mdb`** qui contiendra uniquement la table suivante.

Nom du champ	Type de données
`idProduit`	Number (Long Integer)
`fldLibellé`	Text [20]
`fldCatégorie`	Text [20]
`fldPrix`	Currency
`fldQuantitéDisponible`	Number (Long Integer)

☞ **`idProduit`** est la clé primaire

2. Sauvegardez la table sous le nom **`tblProduits`**

3. Entrez les données suivantes

tblProduits : Table

idProduit	fldLibellé	fldCatégorie	fldPrix	fldQuantitéDisponible
1	Kaffi Haaki	Café	3,75 €	45
2	La vache triste	Fromage	16,00 €	120
3	Plash	Détergent	18,44 €	35
4	Fanti	Boisson sans alcool	11,70 €	208
5	Toblermit	Chocolat	19,00 €	300
6	Juxlait	Lait	0,85 €	180
7	2-KB	Lait	0,95 €	220
8	Schmiri	Fromage	1,48 €	116
9	Jack OB's Café	Café	44,00 €	200
10	Coli Light	Boisson sans alcool	10,20 €	122
11	Langnase	Miel	27,50 €	19
12	Källochs Dröhnis	Müsli	25,25 €	2
13	Danke	Chocolat	32,00 €	6
14	Coli	Boisson sans alcool	11,65 €	176
15	Knickers	Chocolat	13,00 €	290
			0,00 €	0

Record: 16 of 16

4. Créez les requêtes suivantes en Access

   ☞ Onglet `Queries` / Bouton `New` / `Design View` & OK / Bouton `Close` / Icône SQL
   ☞ Sauvegardez les requêtes (Requête1, Requête2, etc.)

Requête 1 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.2)

Affichez le libellé et le prix de tous les produits.

Requête 2 (correspond à l'exemple 2 chap. 7.2.2)

Insérez le produit suivant.

idProduit	fldLibellé	fldCatégorie	fldPrix	fldQuantitéDisp.
16	Tirlititi	Sucre	13,80€	19

Requête 3 (correspond à l'exemple 3 chap. 7.2.2)

Affichez les différentes catégories de produits. Veillez à ce que chaque catégorie ne soit affichée qu'une seule fois.

Requête 4 (correspond à l'exemple 4 chap. 7.2.2)

Affichez tous les champs disponibles pour tous les produits.

Requête 5 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.3)

Affichez le libellé, le prix et la quantité disponible de tous les fromages. Transformez ensuite la requête en requête paramétrée (voir exemple 5 chap. 7.2.3).

Requête 6 (correspond à l'exemple 2 chap. 7.2.3)

Affichez tous les champs disponibles pour les produits dont la quantité en stock est inférieure à 100.

Requête 7 (correspond à l'exemple 3 chap. 7.2.3)

Augmentez de 10 la quantité disponible du produit 'Schmiri'

Requête 8 (correspond à l'exemple 4 chap. 7.2.3)

Effacez tous les produits de la catégorie 'Lait'.

Requête 9 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.4)

Affichez le numéro de produit, le libellé et la catégorie de tous les produits dont le nom de catégorie contient le mot 'alcool'.

Requête 10 (correspond à l'exemple 2 chap. 7.2.4)

Affichez le libellé, la catégorie et le prix de tous les produits dont le nom de catégorie contient uniquement 4 lettres.

Requête 11 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.5)

Affichez le libellé et la quantité disponible de tous les produits à l'exception des fromages.

Requête 12 (correspond à l'exemple 3 chap. 7.2.5)

Affichez toutes les informations pour les chocolats dont la quantité disponible est supérieure ou égale à 10.

Requête 13 (correspond à l'exemple 4 chap. 7.2.5)

Affichez le libellé et le prix des produits plus chers que 25€ qui ne sont pas des cafés.

Requête 14 (correspond à l'exemple 5 chap. 7.2.5)

Affichez le numéro de produit, le libellé et la catégorie pour les fromages et les boissons sans alcool.

Requête 15 (correspond à l'exemple 7 chap. 7.2.5)

Affichez le libellé, la catégorie et le prix pour les produits moins chers que 25€ qui appartiennent aux catégories 'Chocolat' ou 'Fromage'.

Requête 16 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.6)

Insérez le produit suivant.

17	Smörebröd	Pain	?	0

☞ Créez une requête qui vérifie la présence d'une valeur NULL pour le prix !

Requête 17 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.7)

Affichez le numéro, le libellé et le prix pour tous les produits dont le prix varie entre 12€ et 25€.

Requête 18 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.8)

Affichez toutes les informations pour les produits des catégories 'Café', 'Boisson sans alcool', 'Fromage' et 'Chocolat'.

Requête 19 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.9)

Affichez le numéro, le libellé et la quantité disponible de tous les produits. Triez la liste par ordre ascendant sur la quantité disponible.

Requête 20 (correspond à l'exemple 2 chap. 7.2.9)

Affichez le libellé et le prix des produits qui sont disponibles au moins 100 fois. Triez la liste par ordre descendant sur le prix.

Requête 21 (correspond à l'exemple 3 chap. 7.2.9)

Affichez une liste avec le libellé, la catégorie et le prix de tous les produits à l'exception des fromages. Triez la liste par ordre alphabétique sur la catégorie et pour chaque catégorie par ordre décroissant (descendant) sur le prix.

Requête 22 (correspond au chap. 7.2.10)

Affichez le numéro, le libellé et la valeur en stock de tous les cafés et boissons sans alcool. La valeur en stock d'un produit s'obtient par la multiplication de la quantité disponible avec le prix.

Requête 23 (correspond à l'exemple 1 chap. 7.2.11)

Affichez la moyenne des prix pour les produits moins chers que 25€.

Requête 24 (correspond à l'exemple 2 chap. 7.2.11)

Affichez la quantité totale des fromages en stock.

Requête 25 (correspond à l'exemple 3 chap. 7.2.11)

Combien de produits existent qui coûtent plus chers que 30€ ?

Requête 26 (correspond au chap. 7.2.11)

Calculez la valeur actuelle en stock pour tous les produits à l'exception des chocolats.

Exercice 1: Gestion de livres

Soit la table suivante pour stocker les livres d'une librairie:

tblLivres

Nom du champ	Type de données	Description
idLivre	Numérique	Numéro du livre (Clé primaire)
fldTitre	Texte	Titre du livre
fldAuteur	Texte	Auteur du livre
fldLangue	Texte	Langue (ALL, FRA, ANG)
fldGenre	Texte	Genre du livre (Roman, Technique, Histoire ...)
fldPrix	Numérique	Prix de vente du livre
fldEnStock	Numérique	Quantité d'exemplaires en stock

Trouvez le code SQL pour les requêtes suivantes:

1. Affichez le numéro, le titre, l'auteur et la quantité en stock pour tous les romans.

2. Affichez tous les champs des romans allemands. Effectuez un classement par ordre ascendant sur le numéro du livre.

3. Affichez les différentes langues dans lesquelles sont rédigés les livres de la librairie.

   Attention: Dans cet exemple l'option `DISTINCT` est importante, puisque la plupart des langues sont représentées beaucoup plus qu'une seule fois dans une librairie.

4. Affichez le numéro du livre "Windows 95" de "Pierre Godefroid" en version française.

5. Supposons que ce numéro soit 38285, augmentez de 10 unités la quantité en stock de ce livre.

6. Insérez le nouveau livre suivant:

34000	MS-Access 2.0	Ken Getz	ANG	Technique	23€	2

7. Insérez le nouveau livre suivant:

34001	MS-Access 97	Ken Getz	ANG	Technique

Quelle est la valeur des champs *fldPrix* et *fldEnStock* pour cet enregistrement ?

8. Tous les livres des genres Technique et Histoire subissent une hausse de prix de 10%. Représentez cette situation dans votre table.

9. Comptez le nombre de livres dont il reste moins de N exemplaires en stock. La valeur N est à indiquer par l'utilisateur de la requête.

10. Supprimez tous les romans anglais.

11. Affichez le numéro, le titre et l'auteur pour tous les livres dont la valeur en stock est supérieure à 10000. La valeur en stock est le prix d'un livre multiplié par la quantité en stock pour ce livre.

12. Ajoutez 15% au prix pour tous les livres techniques dont le titre contient le mot 'Windows 98'.

13. Affichez toutes les informations pour les romans français (Code='FRA') et les romans allemands (Code='ALL'). Utilisez uniquement des opérateurs logiques et des opérateurs de comparaison.

    Formulez une requête alternative qui fournit le même résultat.

14. Indiquez 2 requêtes différentes pour afficher le numéro du livre pour tous les livres anglais (Code='ANG') actuellement en stock, dont le prix varie entre 15€ et 25€.

    ou

15. Affichez une liste qui contient toutes les langues dont il existe au moins un roman plus cher que 8€.

16. Affichez le prix moyen des romans anglais

Exercice 2: Gestion des clients

Une société utilise la table suivante pour gérer ses clients.

tblClients

Nom du champ	Type de données	Description
idClient	Numérique	Numéro du client
fldNom	Texte	Nom du client
fldPrénom	Texte	Prénom du client
fldSexe	Texte	Sexe du client. Valeurs possibles: 'F' et 'M'
fldAdresse	Texte	Rue et numéro
fldCP	Texte	Code postal
fldLocalité	Texte	Localité
fldNoTel	Texte	Numéro de téléphone
fldNoFax	Texte	Numéro de fax
fldDateNaiss	Date/Heure	Date de naissance du client
fldBonClient	Booléen (Logique)	Valeurs possibles: YES/NO

tblClients : Table

idClient	fldNom	fldPrénom	fldSexe	fldAdresse	fldCP	fldLocalité	fldNoTel	fldNoFax	fldDateNaiss	fldBonClient
1	Weber	Jos	M	23, rue Principale	1233	Grevenmacher	123455	123566	13.09.1967	Yes
2	Muller	Katia	F	2, am Boesch	7072	Walferdange	876655		27.04.1970	No
3	Ferreira	Silvia	F	12, Cité Patton	2021	Ettelbruck	887790		30.05.1959	Yes
4	Kremer	Jean-Pierre	M	34, Um Ronnebierg	6677	Luxembourg	908866	908867	02.05.1979	Yes
5	Wagner	Jean-Jacques	M	2, rue de Beggen	7072	Walferdange	888877	888876	05.12.1974	No
6	Heinen	Edmond	M	12, Am Gaard	2021	Ettelbruck	217070	217071	12.01.1954	No
7	Schmit	Paul	M	5, rue de Mersch	7071	Walferdange	827258		25.03.1970	Yes

Trouvez le code SQL pour les requêtes suivantes:

1. Affichez le nom, prénom, adresse, code postal et localité pour tous les clients habitant à Walferdange.

2. Insérez le client suivant dans la table:

6	Heinen	Edmond	M	12, Am Gaard

2021	Ettelbruck	217070	217071	12/01/1954	NO

Indiquez la requête correcte pour ajouter ce client lorsque vous ignorez le numéro de fax

Lorsque nous ignorons le numéro de fax, nous insérons la valeur NULL, puisque le numéro est en fait indéterminé.

ou

Indiquez la requête correcte pour ajouter ce client lorsque vous savez que le client ne possède pas de fax.

Lorsque nous savons que le client n'a pas de fax, le numéro de fax n'est pas indéterminé, mais représenté par une chaîne de caractères vide.

3. Affichez la liste de toutes les localités présentes dans la table des clients.

4. Tous les clients habitant à Ettelbruck, dans la Cité Patton, auront le nouveau code postal 8897. Remarque: Utilisez un filtre pour retrouver les adresses correctes.

5. Nous voulons faire le ménage dans notre BD. En fait, il y a un certain nombre de clients dont l'adresse, le code postal, la localité, le numéro de téléphone et le numéro de fax sont indéterminés. Ces enregistrements sont sans aucune valeur commerciale pour nous. Formulez une requête qui garde uniquement les clients pour lesquels on connaît:
   - soit le numéro de téléphone;
   - soit le numéro de fax;
   - soit l'adresse complète (*fldAdresse, fldCP, fldLocalité*).

   Tous les autres clients sont effacés de la BD.

6. Comptez le nombre de clients masculins nés à partir du 1.1.1978.

7. Affichez le numéro client, le nom, le prénom, l'adresse, le code postal et la localité pour les bons clients féminins, à l'exception de ceux habitant à Luxembourg, Esch-s-Alzette et Ettelbruck.

8. Affichez le nombre de clients par localité. En vous basant sur les données de la table, indiquez le résultat de la requête dans la grille.

fldLocalité	**Nombre de clients**	

9. Affichez par sexe, le nombre de clients nés après le 31/12/1969. En vous basant sur les données de la table, indiquez le résultat de la requête dans la grille.

fldSexe	**Nombre de clients**	

10. Affichez le numéro client, le nom, le prénom, le sexe et la date de naissance pour les clients habitant à Luxembourg. Triez le résultat par ordre descendant sur le sexe et à l'intérieur, par ordre ascendant sur la date de naissance.

    Le premier enregistrement du résultat affiche donc les informations de la femme la plus jeune parmi les clients de Luxembourg. Est-ce que cette affirmation est correcte ?

11. Affichez le numéro client, le nom, le prénom et le code bon client pour tous les clients féminins habitant à Diekirch ou à Mersch. En ce qui concerne le code bon client, affichez l'en-tête 'Code spécial' au lieu d'afficher le nom du champ.

    ou

12. Affichez pour chaque localité le nombre de bons clients ainsi que le nombre des autres clients. Triez la liste par ordre ascendant sur les localités, en affichant pour chaque localité d'abord le nombre de bons clients.

13. Déterminez la date de naissance du client le plus vieux habitant dans une ville qui est à indiquer par l'utilisateur de la requête.

14. Afficher le numéro, le nom et le prénom des clients ayant au moins 18 ans à la date actuelle. Nous supposons: 1 année = 365 jours

Exercice 3: Gestion de concerts

Une agence de concerts utilise la table suivante:

tblConcerts

Nom du champ	Type de données	Description
idConcert	Numérique	Numéro d'identification (Clé primaire)
fldArtiste	Texte	Artiste ou groupe qui donne le concert
fldDate	Date/Heure	Date du concert
fldDébut	Date/Heure	Début du concert (Heure)
fldLocalité	Texte	Localité du concert
fldLieu	Texte	Lieu du concert
fldTypeLieu	Texte	(Centre Culturel , Hall Sportif , Club etc.)
fldPrixTicket	Numérique	Prix d'un ticket
fldPlaces	Numérique	Total des places disponibles pour le concert
fldTicketsVendus	Numérique	Nombre de tickets déjà vendus pour le concert

tblConcerts : Table

idConcert	fldArtiste	fldDate	fldDébut	fldLocalité	fldLieu	fldTypeLieu	fldPrixTicket	fldPlaces	fldTicketsVendus
101	Genesis	20.04.2005	20:00	Luxembourg	Stade Josy Weber	Terrain de Footbal	35,00 €	9500	6765
102	Massive Attack	02.06.2005	21:00	Luxembourg	Den Atelier	Club	20,00 €	1100	1100
103	Kelly Family	13.07.2005	19:00	Hupperdange	D'Scheier	Club	15,00 €	450	449
104	Karel Gott	15.07.2005	21:00	Mondorf	Casino 500	Autre	30,00 €	700	700
105	Bush	16.07.2005	21:30	Pétange	Centre Sportif	Hall Sportif	20,00 €	2200	1290
106	Marianne & Michael	20.07.2005	20:00	Dudelange	Centre Sportif	Hall Sportif	25,00 €	1900	1900
107	Trei Schwäin	22.07.2005	21:30	Diekirch	Fête sous tente	Autre	8,00 €	1800	280
108	Deep Purple	02.08.2005	20:00	Bascharage	Hall 75	Centre Culturel	25,00 €	1400	1097
109	Life of Agony / Tiamat	05.08.2005	20:30	Luxembourg	Den Atelier	Club	15,00 €	1100	360
110	Joe Cocker	12.08.2005	20:00	Pétange	Centre Sportif	Hall Sportif	45,00 €	2200	2200
111	Pulp	20.08.2005	21:00	Luxembourg	Den Atelier	Club	20,00 €	1100	470
0									

Exprimez les requêtes suivantes en langage SQL:

1. Affichez toutes les informations pour les concerts qui ne sont pas à Luxembourg et dont le nombre de places est au moins 1000.

   ou

2. Affichez l'artiste et la date des concerts qui se sont tenus à Luxembourg pendant la deuxième moitié de l'année 2005.

3. Affichez le nombre de concerts par type de lieu. Triez la liste de façon décroissante sur le nombre de concerts. En vous basant sur les données de la table, indiquez le résultat de la requête dans la grille.

fldTypeLieu	Nombre de concerts	

4. Insérez le concert suivant:

No.	Artiste	Date	Début	Localité	Lieu	Type Lieu	Places
112	Oasis	12/09/2005	20:00	Weiswampach	Fête sous tente	Autre	1000

ou

Remarque:

Les informations **prix d'un ticket** et **tickets vendus** ne sont pas indiquées. En ce qui concerne le nombre de tickets vendus, on peut supposer qu'il est encore 0 lors de l'insertion de ce nouveau concert dans la BD. Le prix d'un ticket par contre n'est pas encore connu pour l'instant, mais il sera bien défini à un moment ultérieur. On peut donc dire que le prix d'un ticket est indéterminé (NULL).

5. Affichez l'artiste, la date, la localité et le prix des concerts qui ont lieu dans un hall sportif ou un club à partir du 1/8/2005. Triez cette liste par ordre ascendant sur les types des lieux et à l'intérieur d'un type par ordre descendant sur le prix.

6. Quel est le prix moyen pour un concert au mois X de l'année Y ? On ne tiendra pas compte des fêtes sous tente. Créez une requête paramétrée.

7. Classez les localités par ordre descendant sur le montant des recettes des concerts pour l'année 2005 (Recette d'un concert=Tickets vendus*Prix d'un ticket). Ignorez les localités pour lesquelles il n'y a pas encore de recettes.

8. Comptez le nombre de localités dans lesquelles a eu lieu un concert pendant les mois de juillet et août 2005.

9. Effacez tous les concerts qui ont eu lieu avant le 1/8/2005.

10. Affichez le nom de l'artiste, la date, la localité ainsi que le nombre de places encore disponibles pour les concerts qui auront lieu au mois de juillet 2005.

ou

11. Un client achète 2 tickets pour le prochain concert de la "Kelly Family". Affichez d'abord une liste avec tous les concerts prévus pour cet artiste.

Nous supposons que cette requête donne comme résultat un seul concert avec le numéro **103** comme valeur de la clé primaire. Vous allez utiliser ce numéro pour modifier ensuite la table de façon à ce qu'elle reflète la vente des 2 tickets pour le concert correspondant.

Quel problème constatez-vous en ce qui concerne les valeurs des champs *fldPlaces* et *fldTicketsVendus* pour l'enregistrement 103 (voir exemples d'enregistrements) ?

12. Affichez la liste des localités, à l'exception de Luxembourg, dans lesquelles ont eu lieu au moins 2 concerts pendant la deuxième moitié de l'année 2005. Indiquez pour chaque localité le nombre de concerts. En vous basant sur l'ensemble de données dans l'énoncé, indiquez le résultat de la requête dans la grille.

fldLocalité	**Nombre de concerts**	

13. Le concert numéro 108 (voir exemples d'enregistrements) aura lieu au club "Den Atelier" à Luxembourg à la date et à l'heure prévues initialement. Les tickets déjà vendus gardent leur validité et le prix d'un nouveau ticket ne change pas. Effectuez les modifications correspondantes dans la table.

7.4 Les requêtes SQL multitable

La plupart des BD réelles ne sont pas constituées d'une seule table, mais d'un ensemble de tables liées entre elles via certains champs (voir Chapitre 6.4). Par conséquent, les requêtes correspondantes ne sont pas ciblées sur une, mais sur plusieurs tables.

Nous allons différencier 2 méthodes pour lier plusieurs tables dans une requête:

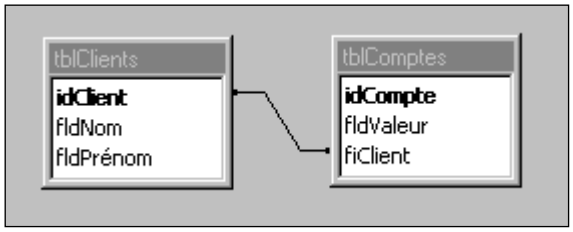
1. La **jointure**, qui lie plusieurs tables via des champs communs;

2. Les **requêtes imbriquées**, qui utilisent le résultat d'une requête comme source d'une autre.

7.4.1 La jointure

7.4.1.1 Exemple d'introduction

Voici deux tables qui représentent une gestion (très simplifiée) des comptes d'une banque:



tblComptes

idCompte	fldValeur	fiClient
101	20000	3
106	48000	2
112	9000	3
125	5000	1

tblClients

idClient	fldNom	fldPrénom
1	Pegaso	Emilio
2	Weber	Jos
3	Muller	Ketty

Remarque pédagogique

L'enseignant devrait rappeler les notions de relation et de clé étrangère.

En principe, la présence d'une relation (clé étrangère/clé primaire) entre deux tables est une condition nécessaire pour effectuer une jointure sur les tables.

Une question possible serait:

- Affichez pour tous les comptes, le numéro de compte, la valeur actuelle, ainsi que le nom du client correspondant.

Voici la requête nécessaire pour répondre à notre question

```
SELECT tblcomptes.idCompte, tblComptes.fldValeur, tblClients.fldNom
FROM tblComptes, tblClients
WHERE tblComptes.fiClient=tblClients.idClient;
```

La clause **FROM** contient les deux tables impliquées dans la jointure.

La clause **WHERE** contient ce qu'on appelle la condition de jointure. Dans notre exemple, la condition de jointure demande l'égalité des valeurs pour les champs *fiClient* et *idClient*.

La clause **SELECT** contient les noms des champs à afficher.

Voici le résultat correspondant

idCompte	fldValeur	fldNom
101	20000	Muller
106	48000	Weber
112	9000	Muller
125	5000	Pegaso

Cette requête représente donc une jointure entre les tables *tblComptes* et *tblClients*. Remarquez pour l'instant que nous avons préfixé chaque nom d'un champ par le nom de la table correspondante. Au moment où une requête porte sur plusieurs tables, on doit soit s'assurer que le nom de chaque champ est unique pour l'ensemble des tables, soit adopter la notation <Nom de la table>.<Nom du champ>. Puisque les noms des champs impliqués dans notre exemple sont tous différents, nous pouvons donc faciliter l'écriture de la requête:

```
SELECT idCompte, fldValeur, fldNom
FROM tblComptes, tblClients
WHERE fiClient=idClient;
```

Afin de comprendre le fonctionnement d'une jointure, et surtout celui de la condition de jointure, il est intéressant d'examiner en détail comment SQL procède à l'exécution d'une jointure. Pour cela, nous allons nous baser sur l'exemple précédent.

SQL exécute la requête en plusieurs étapes:

1. Comme la clause FROM contient 2 tables, SQL crée d'abord le **produit cartésien** des deux tables. Pour le produit cartésien, SQL associe à chaque enregistrement de la première table, tous les enregistrements de la deuxième table. Les enregistrements du produit cartésien contiennent donc les champs de la première table suivis des champs de la deuxième table. Si la première table contient N enregistrements et la deuxième table M enregistrements, alors le produit cartésien des deux tables est composé de N*M enregistrements.

Produit cartésien des tables *tblComptes* et *tblClients*:

idCompte	fldValeur	fiClient	idClient	fldNom	fldPrénom
101	20000	3	1	Pegaso	Emilio
101	20000	3	2	Weber	Jos
101	20000	3	3	Muller	Ketty
106	48000	2	1	Pegaso	Emilio
106	48000	2	2	Weber	Jos
106	48000	2	3	Muller	Ketty
112	9000	3	1	Pegaso	Emilio
112	9000	3	2	Weber	Jos
112	9000	3	3	Muller	Ketty
125	5000	1	1	Pegaso	Emilio
125	5000	1	2	Weber	Jos
125	5000	1	3	Muller	Ketty

tblComptes **tblClients**

2. Le produit cartésien contient un bon nombre d'enregistrements, qui ne donnent pas de sens logique.

idCompte	fldValeur	fiClient	idClient	fldNom	fldprénom
101	20000	3	1	Pegaso	Emilio
101	20000	3	2	Weber	Jos
101	20000	**3**	**3**	Muller	Ketty
106	48000	2	1	Pegaso	Emilio
106	48000	**2**	**2**	Weber	Jos
106	48000	2	3	Muller	Ketty
112	9000	3	1	Pegaso	Emilio
112	9000	3	2	Weber	Jos
112	9000	**3**	**3**	Muller	Ketty
125	5000	**1**	**1**	Pegaso	Emilio
125	5000	1	2	Weber	Jos
125	5000	1	3	Muller	Ketty

En fait, pour tous les enregistrements non marqués, *fiClient* ne correspond pas à *idClient*. Pour ces enregistrements, on associe donc un compte à un client qui n'est pas le propriétaire de ce compte.

C'est ici qu'intervient la condition de jointure, qui élimine du produit cartésien les enregistrements ne donnant pas de sens logique dans le contexte de la requête. Après avoir réalisé le produit cartésien, SQL **élimine tous les enregistrements qui ne correspondent pas à la condition de jointure de la clause WHERE**, donc tous les enregistrements pour lesquels l'expression logique **fiClient=idClient** n'est pas vraie.

Voici le résultat de l'application de la condition de jointure:

idCompte	fldValeur	fiClient	idClient	fldNom	fldprénom
101	20000	3	3	Muller	Ketty
106	48000	2	2	Weber	Jos
112	9000	3	3	Muller	Ketty
125	5000	1	1	Pegaso	Emilio

3. Finalement SQL affiche uniquement les champs indiqués dans la clause **SELECT**.

idCompte	fldValeur	fldNom
101	20000	Muller
106	48000	Weber
112	9000	Muller
125	5000	Pegaso

7.4.1.2 Création d'une jointure

Pour créer une jointure, on doit:

- Indiquer dans la clause **FROM** les noms des tables impliquées
- Préciser dans la clause **WHERE** une condition de jointure
- Indiquer dans la clause **SELECT** les noms des champs à afficher

La **condition de jointure** spécifie généralement, mais pas nécessairement, une égalité entre une clé étrangère d'une table et la clé primaire d'une table correspondante.

Remarque:

La requête

```
SELECT tblcomptes.idCompte, tblComptes.fldValeur, tblClients.fldNom
FROM tblComptes, tblClients
WHERE tblComptes.fiClient=tblClients.idClient;
```

peut encore s'écrire d'une façon plus lisible en utilisant des **alias** pour les noms des tables.

Exemple:

```
SELECT Co.idCompte, Co.fldValeur, Cl.fldNom
FROM tblComptes Co, tblClients Cl
WHERE Co.fiClient=Cl.idClient;
```

Il suffit d'indiquer les alias derrière les noms des tables dans la partie FROM, afin de les utiliser dans l'ensemble de la requête. Lorsque vous définissez des alias dans la clause FROM, vous ne pouvez plus utiliser les noms des tables dans la requête.

Au cas où les noms des champs seraient tout à fait différents pour les deux tables, de façon à ce qu'il n'y ait aucune ambiguïté, on peut complètement laisser de côté les noms des tables resp. les alias.

Exemple:

```
SELECT idCompte, fldValeur, fldNom
FROM tblComptes, tblClients
WHERE fiClient=idClient;
```

Au cas où il existerait uniquement une ambiguïté pour un certain nombre de champs, il suffit de préfixer ceux-ci par un alias ou par le nom de la table correspondante.

Remarque:

La clause WHERE peut bien entendu définir des critères de sélection en combinaison avec la condition de jointure.

Exemple:

- Affichez pour les comptes ayant une valeur actuelle >= 10000, le numéro de compte, la valeur actuelle, ainsi que le nom du client correspondant.

```
SELECT idCompte, fldValeur, fldNom
FROM tblComptes, tblClients
WHERE fiClient=idClient AND fldValeur>=10000;
```

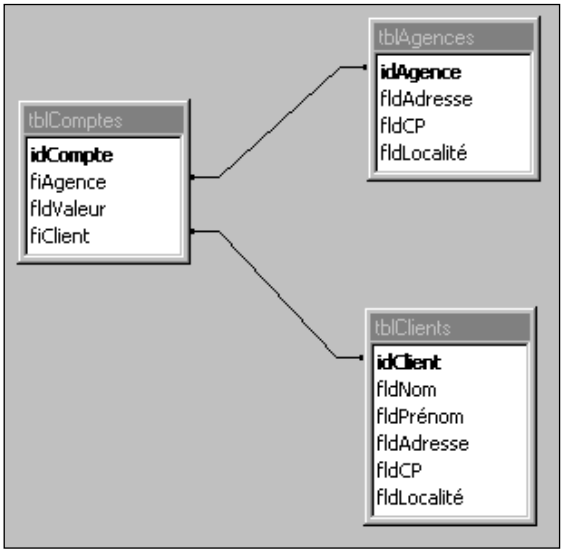
Après avoir créé le produit cartésien, SQL élimine les enregistrements qui ne vérifient pas la condition de jointure (*fiClient=idClient*) et ceux qui ne vérifient pas le critère de sélection (*fldValeur*>=10000). Pour les enregistrements qui restent, SQL effectue l'affichage des champs demandés.

Remarque:

Une jointure peut mettre en relation plus que 2 tables.

Exemples:

Soient les 3 tables suivantes:



tblComptes

idCompte	fiAgence	fldValeur	fiClient
101	12	20000	3
106	24	48000	2
112	12	9000	3
125	30	5000	1

tblClients

idClient	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité
1	Pegaso	Emilio	25, rue de la Gare	2278	Diekirch
2	Weber	Jos	66a, Cité Paerchen	1234	Schifflange
3	Muller	Ketty	102, av G.Diederich	6690	Luxembourg

tblAgences

idAgence	fldAdresse	fldCP	fldLocalité
12	15, bvd Royal	5377	Luxembourg
24	67, rue de l'Alzette	8765	Esch-s-Alzette
30	2, Grand Rue	6678	Ettelbruck

1. Affichez pour tous les comptes, le numéro de compte, la valeur actuelle, le nom du client ainsi que sa localité et la localité de l'agence. Renommez les en-têtes de façon à ce qu'il n'y ait pas de confusion entre les données du client et celles de l'agence.

```
SELECT idCompte, fldValeur, fldNom, Cl.fldLocalité AS 'Localité Client',
   A.fldLocalité AS 'Localité Agence'
FROM tblAgences A, tblClients Cl, tblComptes
WHERE idAgence=fiAgence AND idClient=fiClient;
```

   Comme la jointure contient 3 tables, nous avons 2 conditions de jointure.

En général, on a:

Nombre de conditions de jointure = Nombre de tables dans la jointure – 1

2. Affichez le numéro de compte, le nom et prénom du client ainsi que le numéro d'agence pour les comptes dont l'agence se trouve dans la même localité où habite le client correspondant.

```
SELECT idCompte, fldNom, fldPrénom, idAgence
FROM tblAgences A, tblClients Cl, tblComptes
WHERE idAgence=fiAgence AND idClient=fiClient AND
   A.fldLocalité=Cl.fldLocalité;
```

7.4.2 Auto- jointure

Il est possible de définir **une jointure d'une table avec elle-même**. Dans ce cas, il faut obligatoirement utiliser des alias.

Exemple:

Soit la table

tblComptes

idCompte	fiAgence	fldValeur	fiClient
101	12	20000	3
106	24	48000	2
112	12	9000	3
125	30	5000	1

- Afficher le numéro de compte, et la valeur pour les comptes ayant une valeur supérieure à celle du compte 112

```
SELECT Co1.idCompte, Co1.fldValeur
FROM tblComptes Co1, tblComptes Co2
WHERE Co2.idCompte=112 AND Co1.fldValeur>Co2.fldValeur;
```

Cette requête nous semble étrange à première vue. Nous allons analyser les étapes d'exécution de la requête.

1. Produit cartésien

Co1.idCompte	Co1.fiAgence	Co1.fldValeur	Co1.fiClient	Co2.idCompte	Co2.fiAgence	Co2.fldValeur	Co2.fiClient
101	12	20000	3	101	12	20000	3
106	24	48000	2	101	12	20000	3
112	12	9000	3	101	12	20000	3
125	30	5000	1	101	12	20000	3
101	12	20000	3	106	24	48000	2
106	24	48000	2	106	24	48000	2
112	12	9000	3	106	24	48000	2
125	30	5000	1	106	24	48000	2
101	12	20000	3	112	12	9000	3
106	24	48000	2	112	12	9000	3
112	12	9000	3	112	12	9000	3
125	30	5000	1	112	12	9000	3
101	12	20000	3	125	30	5000	1
106	24	48000	2	125	30	5000	1
112	12	9000	3	125	30	5000	1
125	30	5000	1	125	30	5000	1

Ce tableau associe tous les comptes 1 à 1.

2. Sélection des enregistrements

Il s'agit ici de la partie la plus délicate, puisque nous ne retrouvons plus une condition de jointure classique du type égalité - clé primaire/clé étrangère.

La sélection se fait en deux étapes. Comme nous voulons afficher tous les comptes ayant une valeur supérieure à celle du compte 112, nous allons uniquement garder les enregistrements pour lesquels un compte est associé au compte 112, c.à.d. les enregistrements pour lesquels le critère de sélection **Co2.idCompte=112** s'applique.

Co1.idCompte	Co1.fiAgence	Co1.fldValeur	Co1.fiClient	Co2.idCompte	Co2.fiAgence	Co2.fldValeur	Co2.fiClient
101	12	20000	3	**101**	12	20000	3
106	24	48000	2	**101**	12	20000	3
112	12	9000	3	**101**	12	20000	3
125	30	5000	1	**101**	12	20000	3
101	12	20000	3	**106**	24	48000	2
106	24	48000	2	**106**	24	48000	2
112	12	9000	3	**106**	24	48000	2
125	30	5000	1	**106**	24	48000	2
101	12	20000	3	**112**	12	9000	3
106	24	48000	2	**112**	12	9000	3
112	12	9000	3	**112**	12	9000	3
125	30	5000	1	**112**	12	9000	3
101	12	20000	3	**125**	30	5000	1
106	24	48000	2	**125**	30	5000	1
112	12	9000	3	**125**	30	5000	1
125	30	5000	1	**125**	30	5000	1

Co1.idCompte	Co1.fiAgence	Co1.fldValeur	Co1.fiClient	Co2.idCompte	Co2.fiAgence	Co2.fldValeur	Co2.fiClient
101	12	20000	3	112	12	9000	3
106	24	48000	2	112	12	9000	3
112	12	9000	3	112	12	9000	3
125	30	5000	1	112	12	9000	3

Ce tableau associe donc chaque compte (inclus le compte 112 même) au compte 112.

Il suffit maintenant de sélectionner les comptes qui ont une valeur supérieure à celle du compte 112. Ceci est fait à l'aide de la condition de jointure **Co1.fldValeur>Co2.fldValeur** Pour cet exemple, la condition de jointure ne se définit donc pas sur la clé étrangère/clé primaire.

Co1.idCompte	Co1.fiAgence	Co1.fldValeur	Co1.fiClient	Co2.idCompte	Co2.fiAgence	Co2.fldValeur	Co2.fiClient
101	12	**20000**	3	112	12	**9000**	3
106	24	**48000**	2	112	12	**9000**	3
112	12	**9000**	3	112	12	**9000**	3
125	30	**5000**	1	112	12	**9000**	3

Co1.idCompte	Co1.fiAgence	Co1.fldValeur	Co1.fiClient	Co2.idCompte	Co2.fiAgence	Co2.fldValeur	Co2.fiClient
101	12	20000	3	112	12	9000	3
106	24	48000	2	112	12	9000	3

3. Affichage des champs spécifiés

La dernière étape consiste dans l'affichage des champs indiqués dans la clause SELECT

Co1.idCompte	Co1.fldValeur
101	20000
106	48000

```
SELECT Co2.idCompte, Co2.fldValeur
FROM tblComptes Co1, tblComptes Co2
WHERE Co1.idCompte=112 AND Co2.fldValeur>Co1.fldValeur;
```

Avec l'auto-jointure, nous avons étudié un cas qui nous a montré que nous n'avons pas toujours une condition de jointure classique avec une égalité entre clé étrangère et clé primaire d'une table associée.

Une condition de jointure ne doit pas nécessairement impliquer une clé étrangère/clé primaire
Bien qu'une condition de jointure soit généralement définie à l'aide de l'opérateur d'égalité (=) , elle peut également être spécifiée à l'aide des opérateurs suivants:

- <>
- <
- >
- <=
- >=
- BETWEEN ... AND
- IN
- LIKE

Dans ce cas, on parle d'une jointure par non égalité. Ces conditions de jointure sont surtout employées en relation avec une auto-jointure.

Voici un autre exemple d'une auto-jointure:

- Affichez les numéros des comptes ayant une agence différente de celle du compte numéro 101.

```
SELECT CO1.idCompte
FROM tblComptes CO1, tblComptes CO2
WHERE CO2.idCompte=101 AND CO1.fiAgence<>CO2.fiAgence;
```

A faire : Exercice 4

7.4.3 Les requêtes imbriquées

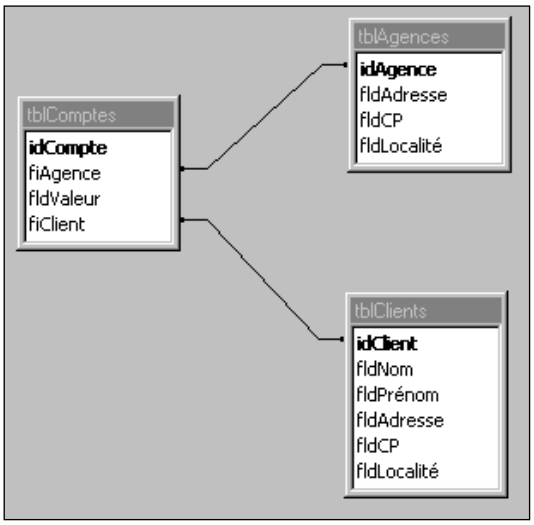
Nous savons qu'une requête de sélection se base sur une ou plusieurs tables pour afficher un résultat. En SQL, on peut imbriquer plusieurs requêtes, c.à.d. le résultat d'une requête imbriquée sert comme base pour une deuxième requête. Une requête imbriquée est encore parfois appelée 'SELECT interne' ou 'sous-requête'.

On distingue généralement deux types de requêtes imbriquées:
1. les requêtes imbriquées, qui renvoient comme résultat une seule valeur;
2. les requêtes imbriquées, qui renvoient comme résultat un ensemble de valeurs.

7.4.3.1 La requête imbriquée renvoie une seule valeur

Exemple:

Soient les trois tables suivantes.



tblComptes

idCompte	fiAgence	fldValeur	fiClient
101	12	20000	3
106	24	48000	2
112	12	9000	3
125	30	5000	1

tblClients

idClient	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité
1	Pegaso	Emilio	25, rue de la Gare	2278	Diekirch
2	Weber	Jos	66a, Cité Paerchen	1234	Schifflange
3	Muller	Ketty	102, av G.Diederich	6690	Luxembourg

tblAgences

idAgence	fldAdresse	fldCP	fldLocalité
12	15, bvd Royal	5377	Luxembourg
24	67, rue de l'Alzette	8765	Esch-s-Alzette
30	2, Grand Rue	6678	Ettelbruck

La requête:

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients
WHERE idClient = (SELECT fiClient
                  FROM tblComptes
                  WHERE idCompte=106);
```

retourne le nom et prénom du client qui est le propriétaire du compte numéro 106.

Analysons le fonctionnement de cette requête:

Le requête imbriquée:

```
SELECT fiClient
FROM tblComptes
WHERE idCompte=106;
```

retourne simplement la valeur 2

On peut donc traduire la requête de niveau supérieur en

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients
WHERE idClient = 2;
```

Cette requête retourne finalement le nom et prénom du client correspondant, c.à.d. 'Weber' 'Jos'

La requête imbriquée doit **renvoyer au maximum une seule valeur**. Si tel n'est pas le cas, SQL ne pourra pas exécuter la requête de niveau supérieur, et génère un message d'erreur.

Dans la clause WHERE de la requête de niveau supérieur, le résultat de la requête imbriquée doit obligatoirement être comparé à un champ de type de données compatible avec la valeur retournée. Utilisez un des opérateurs =, <>, <, >, <=, >=.

Comme la requête imbriquée doit retourner une seule valeur, on utilise souvent des fonctions d'agrégation dans la clause SELECT de la requête imbriquée.

On peut avoir plusieurs niveaux d'imbrication de requêtes. Une requête imbriquée peut donc déjà se baser sur le résultat d'une autre requête imbriquée

Une requête imbriquée peut également être utilisée dans une clause HAVING.

Exemples:

Reprenons les 3 tables *tblComptes*, *tblClients* et *tblAgences*

1. Affichez le numéro du(des) compte(s) avec la plus grande valeur.

```
SELECT idCompte
FROM tblComptes
WHERE fldValeur=(SELECT MAX(fldValeur)
                 FROM tblComptes);
```

Remarque:

Dans une requête imbriquée, vous n'avez pas besoin d'utiliser des alias lorsque la même table est utilisée plusieurs fois.

2. Affichez les numéros des comptes et la valeur actuelle pour les comptes dont la valeur est supérieure à la moyenne des valeurs.

```
SELECT idCompte, fldValeur
FROM tblComptes
WHERE fldValeur > (SELECT AVG(fldValeur)
                   FROM tblComptes);
```

3. Affichez le nom, le prénom, l'adresse, le code postal et la localité du client, qui possède le compte avec la plus petite valeur. Nous supposons qu'il existe uniquement un seul compte avec la plus petite valeur.

```
SELECT fldNom, fldPrénom, fldAdresse, fldCP, fldLocalité
FROM tblClients
WHERE idClient=(SELECT fiClient
                FROM tblComptes
                WHERE fldValeur=(SELECT MIN(fldValeur)
                                 FROM tblComptes));
```

4. Pour effectuer des statistiques, on vous demande la requête suivante. Affichez le numéro de compte et la valeur actuelle pour les comptes dont la valeur est plus petite que la moyenne des valeurs pour les comptes dont les clients habitent au Luxembourg, mais plus grande que la moyenne des valeurs pour les comptes dont les clients habitent à Diekirch ou Ettelbruck.

```
SELECT idCompte, fldValeur
FROM tblComptes
WHERE fldValeur< (SELECT AVG(fldValeur)
                  FROM tblComptes, tblClients
                  WHERE fiClient=idClient
                    AND fldLocalité='Luxembourg')
  AND fldValeur> (SELECT AVG(fldValeur)
                  FROM tblComptes, tblClients
                  WHERE fiClient=idClient AND fldLocalité IN
                     ('Diekirch','Ettelbruck'));
```

Remarque:

Comme cet exemple nous le montre, on peut avoir plusieurs requêtes imbriquées dans une seule clause WHERE.

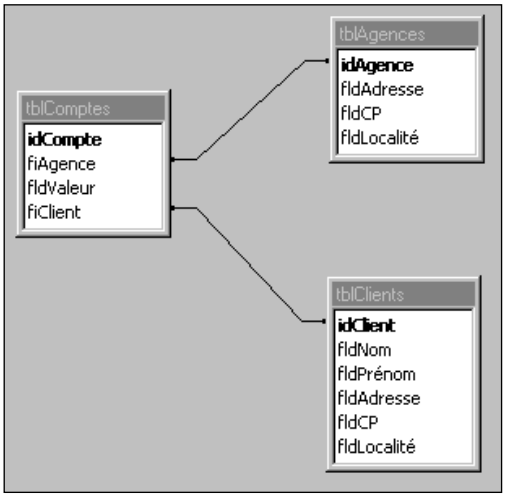
5. Affichez le numéro, le nom et l'avoir total en banque des clients dont l'avoir total est inférieur à l'avoir moyen de tous les comptes.

```
SELECT idClient, fldNom, SUM(fldValeur) AS 'Avoir total'
FROM tblComptes, tblClients
WHERE fiClient=idClient
GROUP BY idClient, fldNom
HAVING SUM(fldValeur) < (SELECT AVG(fldValeur)
                         FROM tblComptes);
```

7.4.3.2 La requête imbriquée renvoie un ensemble de valeurs

Exemple:

Reprenons les trois tables suivantes



tblComptes

idCompte	fiAgence	fldValeur	fiClient
101	12	20000	3
106	24	48000	2
112	12	9000	3
125	30	5000	1

tblClients

idClient	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité
1	Pegaso	Emilio	25, rue de la Gare	2278	Diekirch
2	Weber	Jos	66a, Cité Paerchen	1234	Schifflange
3	Muller	Ketty	102, av G.Diederich	6690	Luxembourg

tblAgences

idAgence	fldAdresse	fldCP	fldLocalité
12	15, bvd Royal	5377	Luxembourg
24	67, rue de l'Alzette	8765	Esch-s-Alzette
30	2, Grand Rue	6678	Ettelbruck

La requête

```
SELECT idCompte, fldValeur
FROM tblComptes
WHERE fiClient IN (SELECT idClient
                   FROM tblClients
                   WHERE fldLocalité='Luxembourg' OR
                     fldLocalité='Diekirch');
```

retourne le numéro de compte et la valeur actuelle pour les comptes dont le client habite à Luxembourg ou Diekirch

Analysons le fonctionnement de cette requête:

Le requête imbriquée:

```
SELECT idClient
FROM tblClients
WHERE fldLocalité='Luxembourg' OR fldLocalité='Diekirch';
```

retourne tous les numéros de clients habitant à Luxembourg ou Diekirch. Cette requête retourne donc l'ensemble de valeurs [1, 3].

On peut donc traduire la requête de niveau supérieur en

```
SELECT idCompte, fldValeur
FROM tblComptes
WHERE fiClient IN (1, 3);
```

Cette requête retourne finalement le numéro de compte et la valeur des comptes correspondants.

idCompte	fldValeur
101	20000
112	9000
125	5000

La requête imbriquée renvoie un ensemble de n valeurs. Cet ensemble peut bien sûr être vide (n=0) ou être composé d'une seule valeur (n=1).

Dans la clause WHERE (ou HAVING) de la requête de niveau supérieur, le champ pour lequel on vérifie l'appartenance à l'ensemble de valeurs retourné par la sous-requête, doit avoir un type de données compatible avec les valeurs de l'ensemble. Utilisez l'opérateur IN.

Parfois, il est convenable d'utiliser l'option DISTINCT dans la clause SELECT de la sous-requête, afin d'éviter des doublons dans l'ensemble résultat. Toutefois, ceci est uniquement une mesure d'optimisation des requêtes imbriquées.

On peut avoir plusieurs niveaux d'imbrication de requêtes. Une requête imbriquée peut donc déjà se baser sur le résultat d'une autre requête imbriquée

Exemples:

Reprenons les 3 tables *tblComptes*, *tblClients* et *tblAgences*

1. Affichez les numéros des comptes qui sont gérés par une agence située à Luxembourg.

```
SELECT idCompte
FROM tblComptes
WHERE fiAgence IN (SELECT idAgence
                   FROM tblAgences
                   WHERE fldLocalité='Luxembourg');
```

2. Affichez le nom et le prénom de tous les clients ayant un compte géré par une agence située à Luxembourg ou à Esch-s-Alzette.

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients
WHERE idClient IN (SELECT fiClient
                   FROM tblComptes
                   WHERE fiAgence IN (SELECT idAgence
                                      FROM tblAgences
                                      WHERE fldLocalité IN ('Luxembourg',
                                                            'Esch-s-Alzette')));
```

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients
WHERE idClient IN [3, 2, 3];
```

Certains élèves pourraient avoir la tendance à introduire l'option DISTINCT dans la clause SELECT. Néanmoins, ceci n'est pas nécessaire, vu le caractère ensembliste de la requête. En effet, cette requête ne produit pas de doublons, puisqu'elle vérifie une seule fois pour chaque enregistrement de la table *tblClients* si le numéro client appartient à l'ensemble [3, 2, 3].

Cependant pour des raisons d'optimisation, on pourrait utiliser l'option DISTINCT dans la requête au milieu.

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients
WHERE idClient IN (SELECT DISTINCT fiClient
                   FROM tblComptes
                   WHERE fiAgence IN (SELECT idAgence
                                      FROM tblAgences
                                      WHERE fldLocalité IN ('Luxembourg',
                                         'Esch-s-Alzette')));
```

3. Affichez le nom et le prénom de tous les clients n'ayant pas de compte.

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients
WHERE idClient NOT IN (SELECT DISTINCT fiClient
                                FROM tblComptes);
```

Remarque:
A l'intérieur d'une requête imbriquée, on peut faire référence à un champ d'une table définie dans la requête de niveau supérieur. Dans ce cas on parle d'une **requête imbriquée corrélée**. Une valeur retournée par ce type de requête dépend donc d'un champ qui reçoit ses valeurs à partir d'une requête de niveau supérieur.
!!! Les requêtes imbriquées corrélées ne figurent actuellement pas au programme de la classe 13CG !!!

Exemple:

Affichez le nom et le prénom des clients ayant au moins un compte avec une valeur de 9000 €.

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients C
WHERE 9000 IN (SELECT fldValeur
               FROM tblComptes
               WHERE fiClient=C.idClient);
```

L'ensemble de valeurs retourné du SELECT imbriqué dépend de la valeur de *C.idClient*. SQL exécute cette requête de la façon suivante:

C.idClient est substitué par sa valeur pour le premier enregistrement de la table *tblClients*.
C.idClient prend donc la valeur 1.
La requête imbriquée

```
SELECT fldValeur
FROM tblComptes
WHERE fiClient=1;
```

est exécutée avec comme résultat l'ensemble [5000].
La requête de niveau supérieur ne retourne donc aucun résultat

C.idClient est maintenant substitué par sa valeur pour le deuxième enregistrement de la table *tblClients***.** *C.idClient* prend donc la valeur 2**.**
La requête imbriquée

```
SELECT fldValeur
FROM tblComptes
WHERE fiClient=2;
```

retourne l'ensemble [48000]
La requête de niveau supérieur ne retourne donc aucun résultat

C.idClient est ensuite substitué par sa valeur pour le troisième enregistrement de la table *tblClients***.** *C.idClient* prend donc la valeur 3.
La requête imbriquée

```
SELECT fldValeur
FROM tblComptes
WHERE fiClient=3;
```

retourne l'ensemble [20000 , 9000]

La requête de niveau supérieur retourne le résultat 'Muller' 'Ketty' puisque effectivement le troisième enregistrement de la table *tblClients* contient une valeur de *idClient* (3) , qui produit dans la requête imbriquée un ensemble contenant la valeur 9000.

Formulez cette requête sans utiliser le principe de la requête corrélée

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients
WHERE idClient IN (SELECT DISTINCT fiClient
                   FROM tblComptes
                   WHERE fldValeur=9000);
```

ou

```
SELECT DISTINCT fldNom, fldPrénom
FROM tblClients, tblComptes
WHERE fiClient=idClient AND fldValeur=9000;
```

A faire : Exercice 5

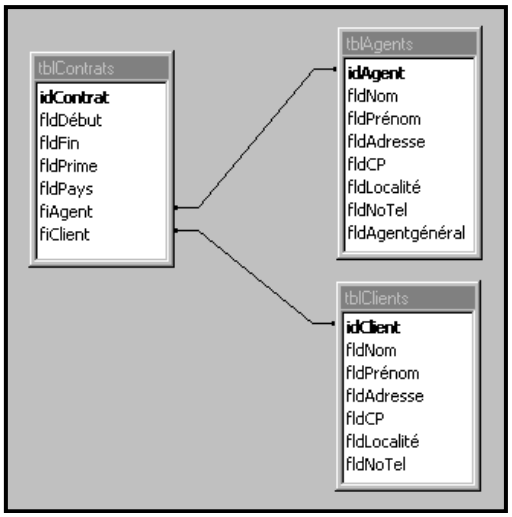
Répétition générale en SQL : Exercice 6 et Exercice 7

7.4.4 Exercices SQL

Exercice 4: Assurance bagages (Les jointures)

Une société d'assurances offre une formule 'Assurance Bagages'. Cette formule garantit pendant une durée limitée un remboursement intégral de la valeur des bagages avec contenu en cas de vol ou de perte.

Voici la BD utilisée pour gérer ce type d'assurances.



tblAgents : Table

idAgent	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité	fldNoTel	fldAgentGénéral
1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	☐
2	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	☑
0							

tblContrats : Table

idContrat	fldDébut	fldFin	fldPrime	fldPays	fiAgent	fiClient
1000	22.07.2005	03.08.2005	2300	France	2	10
1001	12.07.2005	22.07.2005	1750	Italie	1	11
1002	19.07.2005	18.08.2005	4500	Belgique	1	11
0			0		0	0

tblClients : Table

idClient	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité	fldNoTel
10	Weber	Jos	23, rue Principale	2289	Luxembourg	102987
11	Muller	Ketty	2, av. G. Diederich	8909	Luxembourg	908077
12	Meier	Raymond	108, bvd Hubert Clement	6678	Esch-s-Alzette	889977
13	Da Costa	Antonio	34, rue du Curé	7899	Mamer	778899
0						

Remarques:

- Comme certains noms de champs sont identiques pour les tables *tblAgents* et *tblClients*, vous devez veiller à employer les noms des tables resp. des alias aux bons endroits dans les requêtes.
- Le champ *fldAgentgénéral* est du type booléen (valeurs VRAI/FAUX resp. YES/NO)

Utilisez le mécanisme des jointures afin de répondre aux questions suivantes.

1. Affichez pour les contrats qui ne couvrent pas l'Italie comme pays de destination, le numéro du contrat et le nom de l'agent. En vous basant sur les données des tables, indiquez le résultat de la requête dans la grille.

idContrat	fldNom	

2. Affichez le numéro de contrat, les dates de début et de fin du contrat ainsi que le nom, prénom, adresse, code postal et localité du client pour tous les contrats qui couvrent au moins une partie de la période entre le 14 juillet et le 20 juillet 2005 et dont le pays de destination était l'Italie. Utilisez des alias partout dans la requête.

3. Déterminez la plus grande prime parmi celles où le pays de destination est la Belgique et l'agent n'est pas un agent général.

4. Affichez le numéro de contrat, la prime, le nom et prénom du client ainsi que le nom et prénom de l'agent pour tous les contrats où l'agent a le même nom que le client.

5. Affichez toutes les informations concernant les clients ayant un agent qui habite à Capellen. Eliminez un effet indésirable qui peut se produire à cause du fait qu'un client peut avoir conclu plusieurs contrats avec le même agent.

6. Affichez pour chaque client, le numéro de client, son nom, le nom de son agent et la somme des primes de tous les contrats qu'il a conclu avec cet agent. Au cas où un client a conclu des contrats avec plusieurs agents différents, vous devez afficher un groupe pour chaque agent. En vous basant sur les données des tables, indiquez le résultat de la requête dans la grille.

idClient	Cl.fldNom	A.fldNom	Somme des primes

7. En vous basant sur les données de l'énoncé, expliquez pour la requête suivante, les étapes d'exécution, en précisant à chaque fois les résultats intermédiaires.

Etape 1 - Produit cartésien

idContrat	fldDébut	fldFin	fldPrime	fldPays	fiAgent	fiClient	idAgent	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité	fldNoTel	fldAgentGénéral
1000	22/07/2005	03/08/2005	2300	France	2	10	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No
1000	22/07/2005	03/08/2005	2300	France	2	10	2	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	Yes
1001	12/07/2005	22/07/2005	1750	Italie	1	11	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No
1001	12/07/2005	22/07/2005	1750	Italie	1	11	2	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	Yes
1002	19/07/2005	18/08/2005	4500	Belgique	1	11	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No
1002	19/07/2005	18/08/2005	4500	Belgique	1	11	2	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	Yes

Etape 2 – Application de la condition de jointure

`fiAgent=idAgent`

idContrat	fldDébut	fldFin	fldPrime	fldPays	fiAgent	fiClient	idAgent	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité	fldNoTel	fldAgentGénéral
1000	22/07/2005	03/08/2005	2300	France	2	10	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No
1000	22/07/2005	03/08/2005	2300	France	**2**	10	**2**	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	Yes
1001	12/07/2005	22/07/2005	1750	Italie	**1**	11	**1**	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No
1001	12/07/2005	22/07/2005	1750	Italie	1	11	2	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	Yes
1002	19/07/2005	18/08/2005	4500	Belgique	**1**	11	**1**	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No
1002	19/07/2005	18/08/2005	4500	Belgique	1	11	2	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	Yes

idContrat	fldDébut	fldFin	fldPrime	fldPays	fiAgent	fiClient	idAgent	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité	fldNoTel	fldAgentGénéral
1000	22/07/2005	03/08/2005	2300	France	2	10	2	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	Yes
1001	12/07/2005	22/07/2005	1750	Italie	1	11	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No
1002	19/07/2005	18/08/2005	4500	Belgique	1	11	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No

Etape 3 – Application du critère de sélection

```
fldAgentGénéral=NO
```

idContrat	fldDébut	fldFin	fldPrime	fldPays	fiAgent	fiClient	idAgent	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité	fldNoTel	fldAgentGénéral
1000	22/07/2005	03/08/2005	2300	France	2	10	2	Kremer	Pierre	2, bvd de la liberté	9980	Luxembourg	228890	Yes
1001	12/07/2005	22/07/2005	1750	Italie	1	11	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	**No**
1002	19/07/2005	18/08/2005	4500	Belgique	1	11	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	**No**

idContrat	fldDébut	fldFin	fldPrime	fldPays	fiAgent	fiClient	idAgent	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité	fldNoTel	fldAgentGénéral
1001	12/07/2005	22/07/2005	1750	Italie	1	11	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No
1002	19/07/2005	18/08/2005	4500	Belgique	1	11	1	Pezzotto	Alfredo	23, rue de Mamer	6555	Capellen	238987	No

Etape 4 – Affichage des champs spécifiés (projection)

```
SELECT IdContrat, fldPrime, fldNom
```

idContrat	fldPrime	fldNom
1001	1750	Pezzotto
1002	4500	Pezzotto

8. Elaborez une liste qui affiche pour chaque agent son nom ainsi que le nombre de contrats par pays de destination. En vous basant sur les données des tables, indiquez le résultat de la requête dans la grille.

fldNom	fldPays	Nombre de contrats

9. Indiquez le nom, le prénom, l'adresse, le code postal et la localité des clients ayant conclu un contrat qui a une prime strictement inférieure à celle du contrat numéro 1003.

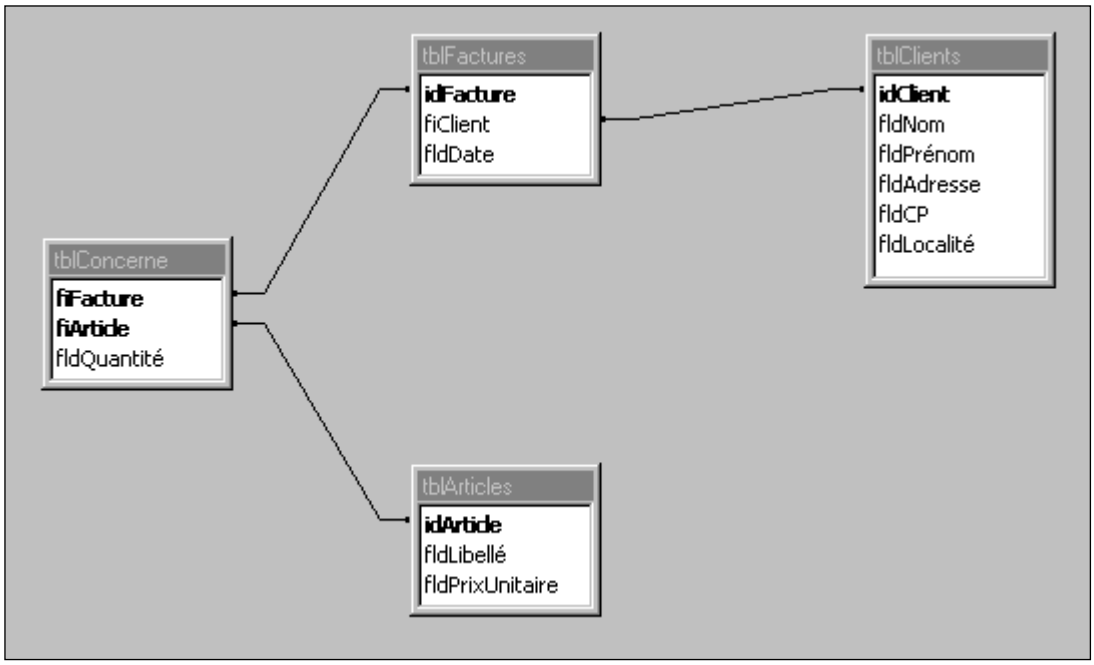
10. Classez les agents par ordre descendant sur le nombre de contrats qu'ils ont conclus. En tenant uniquement compte des agents qui ont conclu au moins 2 contrats, affichez pour chaque agent, son numéro, son nom et prénom ainsi que le nombre de contrats qu'il a conclu.

11. Affichez le nom et prénom des agents ayant conclu un contrat avec un client, qui a encore conclu un contrat avec au moins un autre agent.

12. Affichez le nom et prénom de tous les agents ayant conclu un contrat avec un client habitant dans la même localité que le client numéro 11.

Exercice 5: Facturation (Les requêtes imbriquées)

Un magasin spécialisé dans la vente d'appareils électroménagers entretient la BD suivante afin de gérer la facturation.



Utilisez le mécanisme des requêtes imbriquées afin de répondre aux questions suivantes.

1. Affichez le libellé et le prix unitaire de l'article (des articles) qui est le plus cher.

2. Affichez le numéro de l'article ainsi que le libellé pour les articles moins cher que le prix moyen de tous les articles.

3. Affichez le numéro et la date de toutes les factures dont le client habite à Luxembourg.

4. Affichez le nom et le prénom des clients qui habitent à Luxembourg et qui sont concernés par une facture etablie au cours du mois d'août 1998.

ou

5. Affichez le numéro de facture, la date de facture ainsi que le nom et prénom du client pour toutes les factures ayant un montant total plus grand que le prix de l'article le plus cher.

6. Affichez le numéro et le libellé des articles qui sont plus cher que le prix moyen de tous les articles, et pour lesquels il existe une ou plusieurs factures avec une quantité >1.

ou

7. Affichez le nom, le prénom, l'adresse, le code postal et la localité de tous les clients ayant déjà acheté un article plus cher que 300 €.

ou

Exprimez la même requête sans utiliser les requêtes imbriquées

8. Affichez le nom, le prénom, l'adresse, le code postal et la localité de tous les clients ayant uniquement acheté des articles plus chers que 300 €.

ou à l'aide d'une jointure

Proposez une solution alternative en vous servant du mécanisme de la requête imbriquée corrélée.

9. Affichez le nom, le prénom, l'adresse, le code postal et la localité de tous les clients ayant déjà acheté pour une somme > 30 € par facture. Utilisez au maximum possible les requêtes imbriquées.

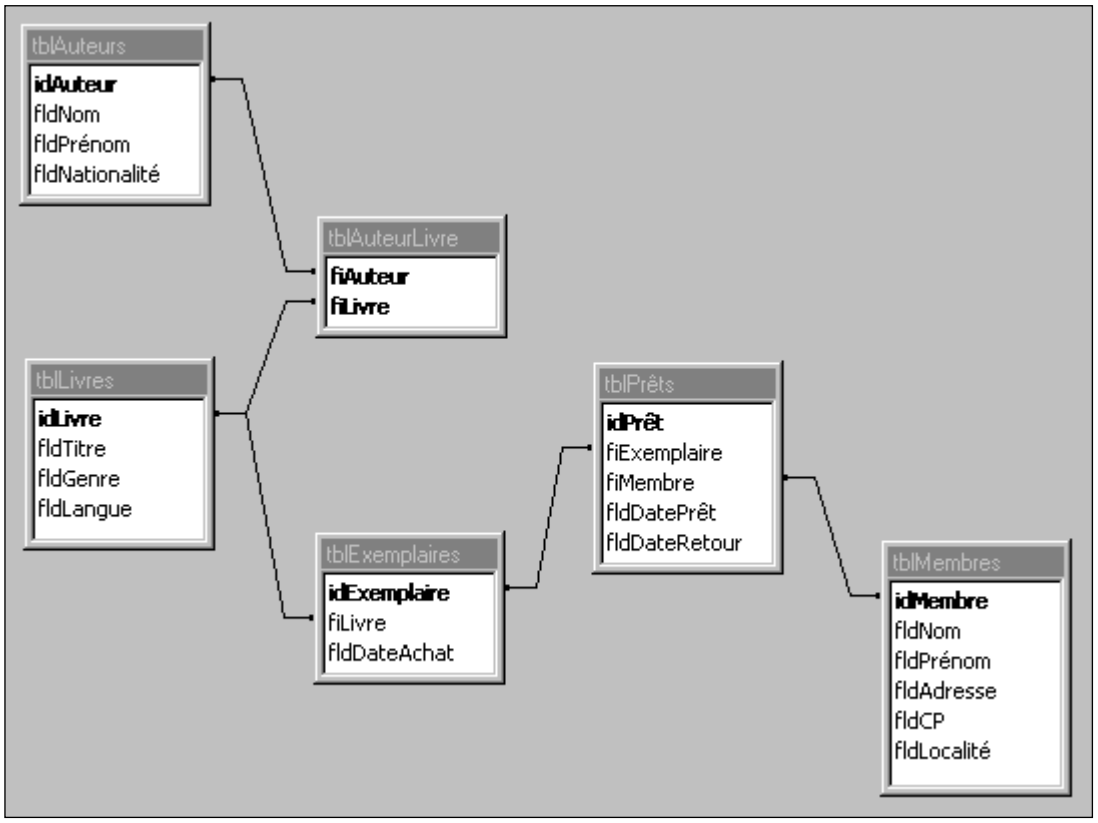
ou

10. Affichez le nom et le prénom de tous les clients ayant une facture, qui concerne un seul article. La facture ne doit donc ni concerner plusieurs articles différents ni avoir une quantité >1 pour un seul article.

ou

Exercice 6: Bibliothèque

Une bibliothèque utilise la BD suivante.



Remarques:

- Un auteur peut rédiger plusieurs livres et un livre peut être rédigé par plusieurs auteurs.
- La bibliothèque peut disposer de plusieurs exemplaires du même livre.
- Un prêt concerne un seul exemplaire d'un livre.
- Le champ *fldDateRetour* de la table *tblPrêts* reste indéterminé (NULL) tant que l'exemplaire emprunté n'a pas été retourné à la bibliothèque.

Formulez en SQL les requêtes suivantes:

1. Affichez le numéro, le titre et le genre de tous les livres allemands (Code=ALL). Classez la liste par ordre alphabétique sur le genre (p.ex. 'Roman' avant 'Technique') et à l'intérieur d'un genre par ordre ascendant sur les numéros.

2. Affichez une liste triée par ordre alphabétique de tous les genres de livres disponibles.

3. Affichez une liste de toutes les localités où habite un membre dont l'adresse contient l'abréviation 'bd' , indiquant que le membre habite sur un boulevard.

4. Affichez toutes les informations de la table *tblAuteurs* concernant les auteurs ayant une des nationalités suivantes.

Nationalité (Pays d'origine)	Code
Allemagne	**ALL**
Angleterre	**ANG**
France	**FRA**
Autriche	**AUT**
Italie	**ITA**
Suisse	**SUI**
Russie	**RUS**

5. Effacez tous les membres n'ayant pas encore effectué un prêt.

6. Affichez le nom, le prénom, l'adresse, le code postal et la localité de tous les membres habitant à Luxembourg ou à Esch-s-Alzette, n'ayant pas encore retourné un exemplaire emprunté.

7. Affichez pour chaque livre le titre, le genre, la langue et le nombre d'exemplaires disponibles (emprunté ou non). Triez la liste par ordre alphabétique sur la langue, sur le genre et finalement sur le titre. Le champ indiquant le nombre d'exemplaires disponibles doit avoir l'en-tête 'Exemplaires disponibles'.

8. Affichez le nom et le prénom des auteurs ayant écrit un livre français dont le titre contient le mot 'passage', et dont la bibliothèque possède au moins 3 exemplaires.

9. Affichez tous les livres (Titre et genre) de l'auteur 'Alexandre Dumas'. Triez la liste par ordre alphabétique sur le titre.

10. Affichez le nom, le prénom et le nombre de prêts effectués, pour tous les membres qui habitent à Esch-s-Alzette ou à Luxembourg, ayant déjà effectué au moins 2 prêts. Triez la liste par ordre alphabétique sur le nom.

11. Affichez le numéro, le nom et le prénom des membres dont le prêt avec la plus grande durée a duré moins longtemps que la durée moyenne d'un prêt. Ignorez les prêts pour lesquels l'exemplaire emprunté n'a pas encore été retourné à la bibliothèque.

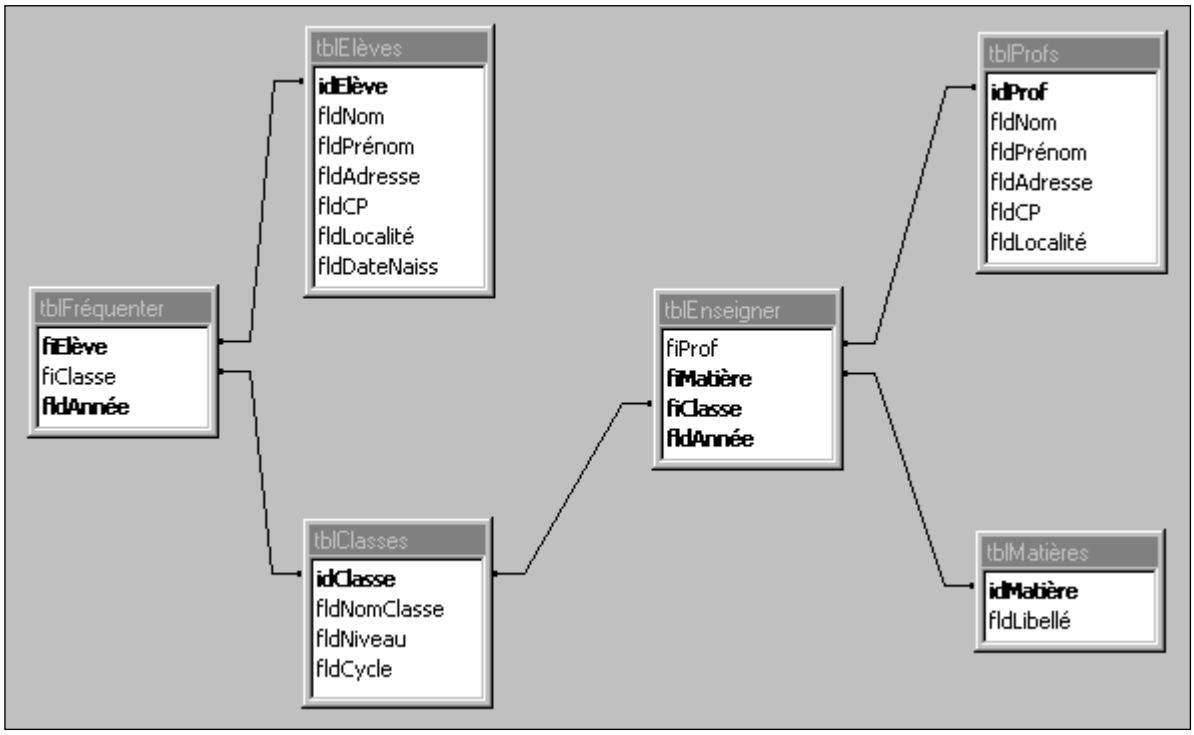
12. Créez une liste qui affiche pour chaque exemplaire actuellement emprunté (pas encore retourné), le numéro du prêt, le numéro, le nom et le prénom du membre ayant emprunté le livre ainsi que le titre et le genre du livre en question. Triez la liste par ordre alphabétique sur le nom et le prénom du membre.

13. Quels sont les auteurs (Nom et prénom) ayant déjà écrit un livre ensemble avec l'auteur 'Margaret Gibson' ?

14. Quels sont les auteurs (Nom et prénom) n'ayant pas encore écrit un livre ensemble avec l'auteur 'Margaret Gibson' ?

Exercice 7: Gestion d'une école

Voici une BD qui représente une gestion simplifiée des cours d'un lycée technique.



Remarques:

- Une classe est représentée par un code interne (*idClasse*) , un nom de classe (*fldNomClasse*) tel que '13CG2' ou '11CM1' , un niveau (*fldNiveau*) tel que 10 pour la classe '10GE2' ou 13 pour '13CG1' , et un champ indiquant le cycle (*fldCycle*) avec les valeurs possibles 'Inférieur', 'Moyen' et 'Supérieur'.
- Nous supposons qu'un élève ne change pas de classe pendant l'année scolaire. Les champs *fiElève* et *fldAnnée* forment donc la clé primaire de la table *tblFréquenter*. Cependant, un élève peut fréquenter la même classe pendant plusieurs années consécutives (redoublants).
- De même nous supposons qu'une matière est enseignée pendant une année par un seul prof dans une classe. Les champs *fiMatière*, *fiClasse* et *fldAnnée* forment donc la clé primaire de la table *tblEnseigner*. Toutefois, un prof peut enseigner la même matière pendant plusieurs années dans une même classe ou la même matière pendant une année dans plusieurs classes.
- Les champs *fldAnnée* des tables *tblfréquenter* et *tblEnseigner* font référence à des années scolaires. On y retrouve des valeurs telles que '97/98' ou '95/96'. La BD ne contient pas uniquement la situation de l'année scolaire actuelle, mais également celle des années précédentes.

Formulez en SQL les requêtes suivantes:

1. Affichez pour l'année scolaire '97/98' , le nom de chaque classe ainsi que le nombre d'élèves.

2. Affichez par année scolaire et par niveau le nombre d'élèves. Triez la liste par ordre ascendant sur l'année scolaire et par ordre ascendant sur le niveau.

3. Affichez le nom et le prénom de tous les profs ayant enseigné une matière dans une classe de 13ème pendant les 5 dernières années scolaires (à partir de l'année scolaire '97/98'). Triez la liste par ordre alphabétique sur le nom du prof.

4. Dressez une liste avec le nom, le prénom, l'adresse, le code postal, et la localité pour tous les élèves qui ont fréquenté la classe '08TH1' pendant l'année scolaire '96/97'. La liste doit être triée par ordre alphabétique sur le nom des élèves. Utilisez au maximum possible le mécanisme des requêtes imbriquées.

5. Créez une liste, qui montre pour l'année scolaire '97/98', pour chaque classe, les matières enseignées avec les noms et prénoms des profs correspondants. Triez la liste par ordre alphabétique sur les noms des classes et à l'intérieur d'une classe par ordre alphabétique sur les matières. Utilisez uniquement des jointures en définissant des alias pour toutes les tables impliquées.

6. Créez une liste des profs (nom & prénom) qui est triée par ordre descendant sur le nombre de cours enseignés pendant les 3 dernières années scolaires (à partir de l'année scolaire '97/98'). La notion de cours est définie par le fait d'enseigner une matière dans une classe.

7. Affichez le nom et le prénom des profs qui enseignent au moins une matière dans une classe pendant l'année scolaire '97/98'.

ou

Formulez la même requête en utilisant le mécanisme de la requête imbriquée corrélée.

8. Affichez le nom, le prénom, l'adresse, le code postal et la localité de tous les élèves ayant fréquenté pendant l'année scolaire 96/97 une classe du cycle inférieur. Utilisez au maximum les requêtes imbriquées.

9. Affichez le nom, le prénom et la dénomination de la classe actuelle des élèves qui sont actuellement (Année '97/98') des redoublants. Attention: Un élève est actuellement un redoublant s'il a fréquenté l'année scolaire passée une classe de même niveau, mais pas nécessairement la même classe.

10. Sachant qu'une classe ne devrait avoir un effectif supérieur à 21 élèves, le directeur vous demande d'établir une liste avec les noms des classes du cycle inférieur, qui pourraient encore accepter des nouveaux élèves pendant l'année scolaire '97/98'. Utilisez uniquement des requêtes imbriquées.

Formulez la même requête en utilisant uniquement des jointures

Formulez la même requête en utilisant le mécanisme de la requête corrélée.

11. Affichez le nom et le prénom, ainsi que le nom, le niveau et le cycle de leur classe actuelle (année = '97/98') de tous les élèves qui n'ont jamais redoublé une classe dans notre lycée.

12. Affichez parmi tous les profs, qui ont déjà enseigné la même matière que le prof numéro 10001, ceux n'ayant pas encore enseigné la même matière au même niveau que le prof numéro 10001 pendant les années scolaires '96/97' et '97/98'.

```
SELECT fldNom, fldPrénom
FROM tblProfs
WHERE idProf<>10001
 AND idProf IN (SELECT DISTINCT E1.fiProf
                FROM tblEnseigner E1, tblEnseigner E2
                WHERE E1.fiProf<>E2.fiProf
                  AND E1.fiMatière=E2.fiMatière
                  AND E2.fiProf=10001)
                  AND idProf NOT IN (SELECT DISTINCT E1.fiProf
                                     FROM tblEnseigner E1,
                                      tblEnseigner E2, tblClasses C1,
                                      tblClasses C2
                                     WHERE E1.fiClasse=C1.idClasse
                                      AND E2.fiClasse=C2.idClasse
                                      AND E1.fiProf<>E2.fiProf
                                      AND E1.fiMatière=E2.fiMatière
                                      AND C1.fldNiveau=C2.fldNiveau
                                      AND E1.fldAnnée IN ('97/98',
                                            '96/97')
                                      AND E2.fiProf=10001);
```

7.5 La méthode QBE

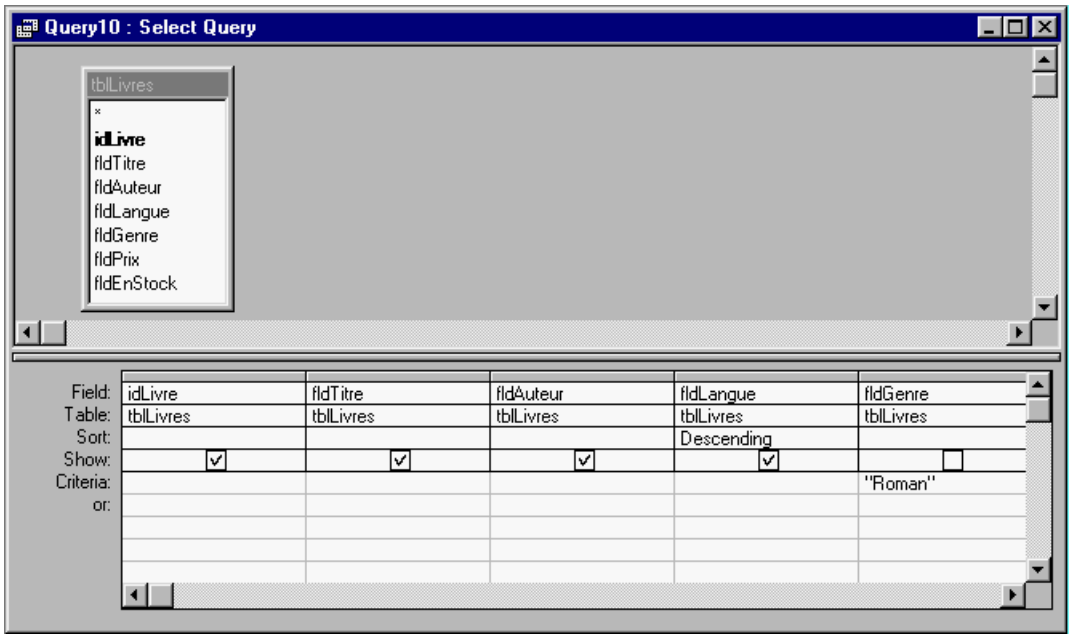
Bien que le langage SQL soit le standard unanime en ce qui concerne l'extraction de données d'une BD ainsi que leur manipulation, les informaticiens étaient déjà pendant les années '70 à la recherche d'une possibilité de créer des requêtes sans faire recours à un langage d'interrogation. Etant d'accord sur la flexibilité et les nombreuses possibilités de SQL, on voulait quand même combler au grand désavantage de ce langage, à savoir une syntaxe assez rigide et surtout pas uniforme à travers les différents SGBD.

Les chercheurs voulaient créer une possibilité de spécifier graphiquement tous les éléments d'une requête c.à.d. la ou les tables cibles, les critères de sélection et les champs concernés. Le standard **QBE (Query By Example)** était né. Pourtant, QBE tout comme SQL n'est pas implémenté de façon uniforme dans les différents SGBD. Ce n'est qu'en 1985, que QBE devenait vraiment populaire avec son introduction dans le SGBD PARADOX, qui fut commercialisé par les sociétés BORLAND et ensuite COREL. Actuellement, tous les SGBD qui tournent sous une interface graphique du type Windows offrent le système QBE. Citons surtout MS-Access, qui offre actuellement selon les experts l'implémentation la plus conviviale du standard QBE.

Prenons comme exemple les requêtes de sélection. QBE offre à l'utilisateur une interface graphique qui lui permet de :

- Sélectionner une table sur laquelle la requête sera basée (→SQL : FROM …).
- Choisir parmi les champs de cette table ceux qui vont être affiché (→ SQL : SELECT …).
- Définir pour un ou plusieurs champs des critères de sélection (→ SQL : WHERE …).
- Définir un ordre de tri (→ SQL : ORDER BY …).
- etc.

Voici à titre d'exemple un écran QBE de MS Access :



La requête correspondante en SQL serait:

```
SELECT idLivre, fldTitre, fldAuteur, fldLangue
```

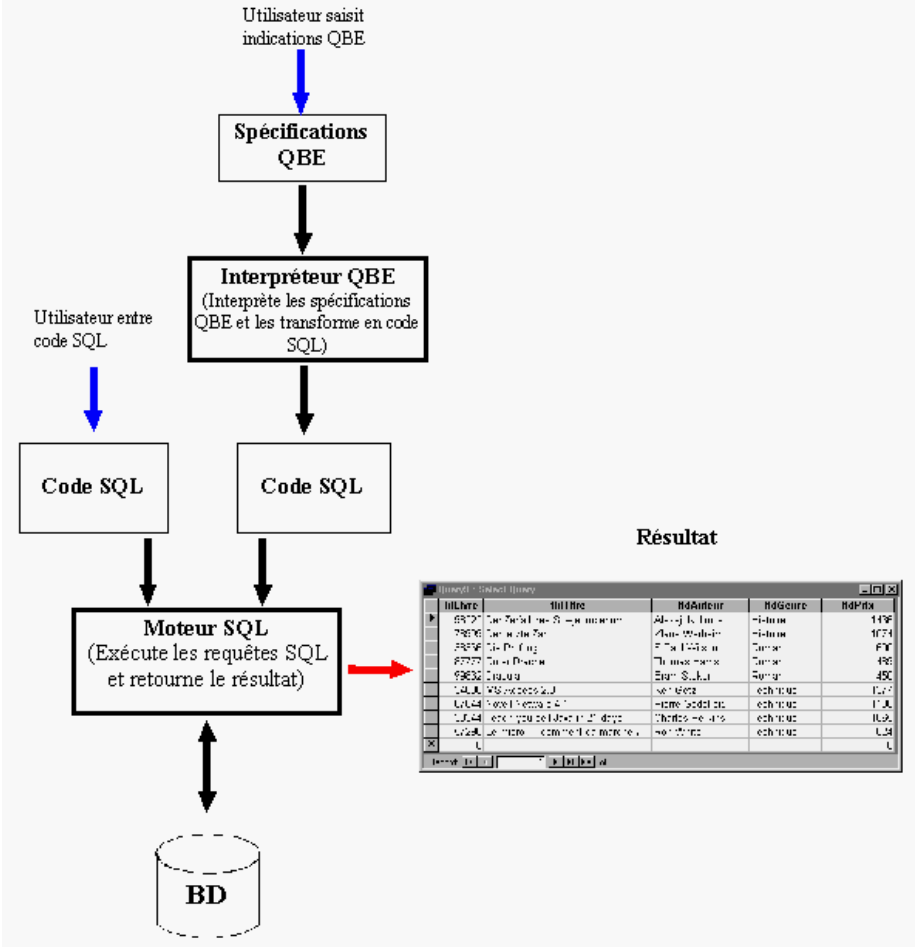
```
FROM tblLivres
WHERE fldGenre="Roman"
ORDER BY fldLangue DESC;
```

Les SGBD actuels offrent de plus en plus des possibilités QBE avancées telles que l'utilisation des fonctions d'agrégation, l'implémentation des requêtes d'insertion, de modification et de suppression etc. .

Référez-vous à la documentation de votre SGBD pour voir comment QBE est implémenté et quelles sont les fonctionnalités et les limites.

Il est cependant important de savoir que les requêtes QBE sont toujours exécutées via SQL, parce qu'un SGBD ne comprend pas vraiment QBE. QBE n'est qu'une interface graphique couplée à un interpréteur, qui transforme les indications de l'écran QBE en SQL. La partie du SGBD, qui exécute la requête (appelée le moteur SQL), utilise le code SQL généré par l'interpréteur de la même façon que celui entré directement par l'utilisateur.

Nous avons l'architecture suivante:



7.6 Les contraintes d'intégrité

7.6.1 Définition

Une modélisation correcte et cohérente est sans doute une condition nécessaire pour créer une BD fonctionnelle, mais ne vaut pas grande chose lorsque le SGBD utilisé pour implémenter la base ne garantit pas l'intégrité de celle-ci lors du travail journalier avec les données. Contrairement aux requêtes de sélection, qui ne modifient pas le contenu d'une base de données, les requêtes d'insertion, de modification et de suppression peuvent par leur nature endommager l'intégrité des données. Pour éviter ce cas les SGBD nous offrent le mécanisme de vérification automatique des contraintes d'intégrité.

Les contraintes d'intégrité constituent l'ensemble des règles qui vérifient que les données d'une BD:

- correspondent à tout moment aux prémisses définies par la modélisation de la base;
- sont à tout moment cohérentes, c'est à dire sans perte d'information et sans contradiction.

Exemples:

- Le système doit empêcher un utilisateur à entrer une valeur double ou indéterminée (NULL) pour un champ déclaré comme clé primaire.
- Le système doit vérifier qu'une quantité livrée est toujours inférieure ou égale à une quantité commandée.

Afin de mieux pouvoir regrouper les différents scénarios qui peuvent se poser nous distinguons généralement 3 types de contraintes d'intégrité.

7.6.2 Les types de contraintes d'intégrité

7.6.2.1 La contrainte d'intégrité des tables (angl. Table Integrity Constraint)

Cette contrainte vérifie qu'il n'existe jamais des doublons ou des valeurs indéterminées pour le(s) champ(s) qui constitue(nt) la clé primaire. La clé primaire doit donc toujours être unique et bien définie. Il s'agit simplement de la définition-même de la clé primaire.

Exemples de violation de cette contrainte

A. L'ajout d'une valeur de clé primaire qui existe déjà dans la table.
B. La modification d'une valeur de clé primaire vers une valeur qui existe déjà dans la table.
C. L'ajout d'une valeur indéterminée (NULL) pour une clé primaire.
D. La modification d'une valeur de clé primaire vers une valeur indéterminée.

Méthodes pour vérifier cette contrainte d'intégrité dans un SGBD

Dans un SGBD il suffit généralement de déclarer un ou plusieurs champs comme clé primaire d'une table pour que cette contrainte soit automatiquement vérifiée lors d'une insertion ou modification d'une valeur dans la table.

7.6.2.2 La contrainte d'intégrité référentielle (angl. Referential Integrity Constraint)

Par contrainte d'intégrité référentielle, on entend l'obligation qu'à chaque valeur d'une clé étrangère correspond une valeur de la clé primaire associée. Cette obligation doit toujours être vérifiée lors de l'ajout, de la suppression ou de la modification de données.

Exemples de violation de cette contrainte

A. L'ajout d'une clé étrangère pour laquelle il n'existe pas de valeur correspondante dans la clé primaire associée.
B. La modification d'une clé étrangère vers une valeur pour laquelle il n'existe pas de valeur correspondante dans la clé primaire associée.
C. La suppression d'une clé primaire référencée par une ou plusieurs valeurs d'une clé étrangère.
D. La modification d'une clé primaire référencée par une ou plusieurs valeurs d'une clé étrangère.

Méthodes pour vérifier cette contrainte d'intégrité dans un SGBD

Un SGBD nous offre généralement une ou plusieurs des quatre méthodes suivantes pour spécifier à tout moment l'intégrité référentielle des données d'une BD. Les opérations A et B sont interdites d'office car elles conduiraient directement à une violation des contraintes d'intégrité. En ce qui concerne les opérations C et D, il existe des alternatives.

I. **Interdiction** des opérations C et D.

II. **Cascade** des opérations du type C et D vers les clés étrangères correspondantes. Une modification d'une clé primaire aurait comme conséquence la modification de toutes les clés étrangères correspondantes. Une suppression d'une clé primaire aurait comme conséquence la suppression automatique de tous les enregistrements dont la clé étrangère a la même valeur. Cette option est à utiliser avec précaution !

III. Affectation d'une **valeur par défaut** aux clés étrangères concernées par une opération du type C ou D.

IV. Affectation d'une **valeur indéterminée** (NULL) aux clés étrangères concernées par une opération du type C ou D.

En pratique, les méthodes 1 et 2 sont utilisées dans la majorité des cas. Pour cette raison nous allons ignorer les méthodes 3 et 4 dans les exercices en classe de 13CG.

7.6.2.3 La contrainte d'intégrité générale (angl. General Integrity Constraint)

Une contrainte d'intégrité générale est utilisée pour limiter les valeurs possibles d'un champ quelconque d'une table en fonction de la nature de celui-ci et de son rôle dans le système d'information.

Exemples de violation de cette contrainte

Il existe plusieurs variantes de cette contrainte.

1. A chaque champ correspond un type de données, une longueur et un format bien définis.
   Exemples: Le numéro client doit être une valeur numérique.
   Le nom du client ne doit pas dépasser 25 caractères.
   Un numéro de compte doit respecter le format X-XXX/XX-X

2. Un champ peut avoir un domaine de valeurs prédéfini (une plage de valeurs possibles) et/ou une valeur par défaut.

   Exemples: Une note d'un devoir en classe doit être entre 0 et 60
   Le prix d'une facture ne doit pas être un nombre négatif.
   La date d'une commande doit automatiquement être la date actuelle à moins que l'utilisateur n'entre une autre date.

3. La valeur d'un champ peut limiter les valeurs possibles pour un autre champ d'une table/d'une BD.

   Exemple: La valeur du champ *fldDatePaiement* est supérieure ou égale à la valeur du champ *fldDateFacture* pour une table *tblFactures*.

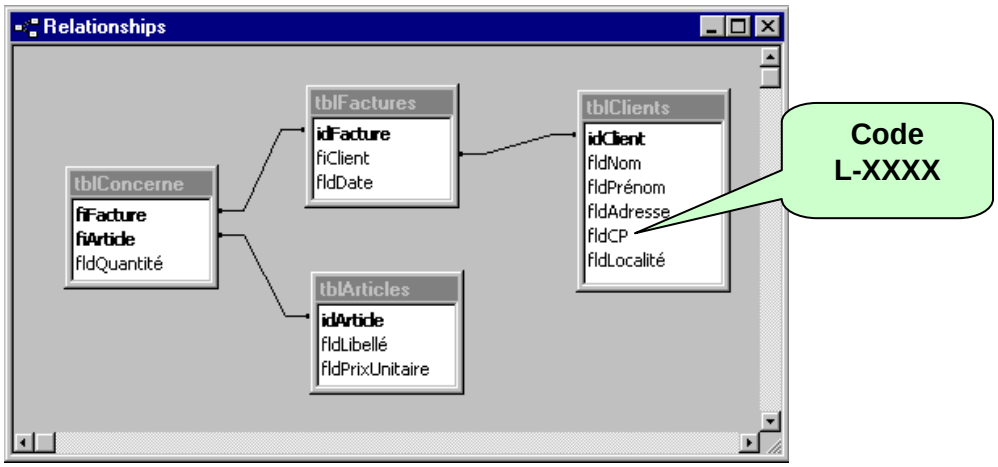
Méthodes pour vérifier cette contrainte d'intégrité dans un SGBD

En principe, tout SGBD moderne devrait offrir des moyens pour spécifier les propriétés d'un champ de table, en tenant compte des contraintes ci-dessus.

7.6.3 Exercices

Exercice 1

Soit la BD suivante.



a) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de l'ajout d'un client ?

b) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de la suppression d'un client ?

c) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de l'ajout d'une facture ?

d) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de la suppression d'une facture ?

e) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de l'ajout d'un enregistrement dans la table *tblConcerne* ? Par quel moyen est-ce que le SGBD peut vérifier le domaine de valeurs du champ *fldQuantité*?

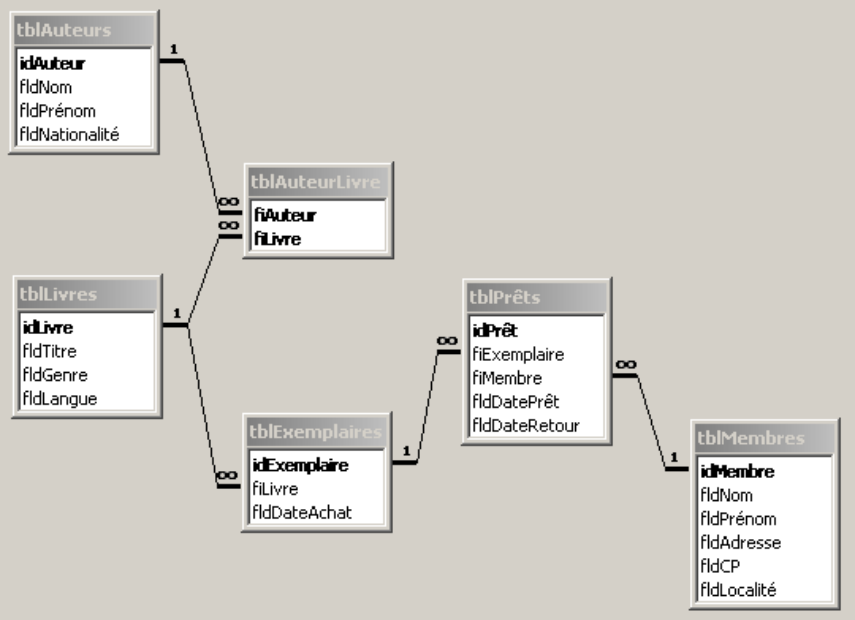
f) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de la suppression d'un enregistrement de la table *tblConcerne* ?

g) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de la modification du numéro d'un article dans la table des articles?

h) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de la modification du numéro client d'une facture ?

Exercice 2

Soit la BD suivante.



Pour chaque relation, la vérification de la contrainte d'intégrité référentielle est activée en mode "Interdiction", à l'exception de la relation entre les tables *tblMembres* et *tblPrêts* où la contrainte est activée en mode "Cascade" pour la suppression et la modification.

Voici les données actuelles de la BD.

tblAuteurs : Table

idAuteur	fldNom	fldPrénom	fldNationalité
1	Kreisler	Georg	ALL
2	Mathieu	Marianne	FRA
3	Ledant	Sophie	FRA
4	Dumas	Alexandre	FRA
5	Lefèvre	Paul	FRA
6	Haussmann	Josef	ALL
0			

tblAuteurLivre : Table

fiAuteur	fiLivre
1	1000
2	1001
3	1002
5	1002
4	1003
0	0

tblLivres : Table

idLivre	fldTitre	fldGenre	fldLangue
1000	Der Schattenspringer	Roman	ALL
1001	Loin de l'ombre	Roman	FRA
1002	Initiation à SQL	Technique	FRA
1003	Der Graf von Monte Christo	Roman	ALL
0			

tblExemplaires : Table

idExemplaire	fiLivre	fldDateAchat
100000	1000	20.05.2005
100001	1000	20.05.2005
100002	1001	20.05.2004
100003	1003	04.07.2005
100004	1002	04.07.2004
100005	1002	04.07.2004
100006	1002	04.07.2004
0	0	

tblPrêts : Table

	idPrêt	fiExemplaire	fiMembre	fldDatePrêt	fldDateRetour
▶	1	100000	102	02.07.2006	27.07.2006
	2	100002	101	27.08.2006	
	3	100003	100	02.08.2006	04.08.2006
	4	100002	102	23.07.2006	03.08.2006
	5	100000	100	03.08.2006	
*	0	0	0		

tblMembres : Table

	idMembre	fldNom	fldPrénom	fldAdresse	fldCP	fldLocalité
▶	100	Weber	Jos	23, rue Principale	1190	Grevenmacher
	101	Muller	Ketty	2, bvd des Avranches	8876	Luxembourg
	102	Pegaso	Emilio	45, av G.Diederich	8899	Luxembourg
	103	Schmit	Fernand	2, bvd H.Clement	8724	Esch-s-Alzette
*	0					

Précisez comment le système de gestion de bases de données réagit aux manipulations suivantes. Indiquez pour chaque cas la contrainte concernée.

a) Ajoutez l'auteur suivant

4	Preston	Thomas	ANG

b) Supprimez l'auteur numéro 6.

c) Changez en 1015 le numéro du livre 1001.

d) Supprimez l'exemplaire numéro 100001.

e) Supprimez l'exemplaire numéro 100002.

f) Changez en 3 le numéro du prêt 5.

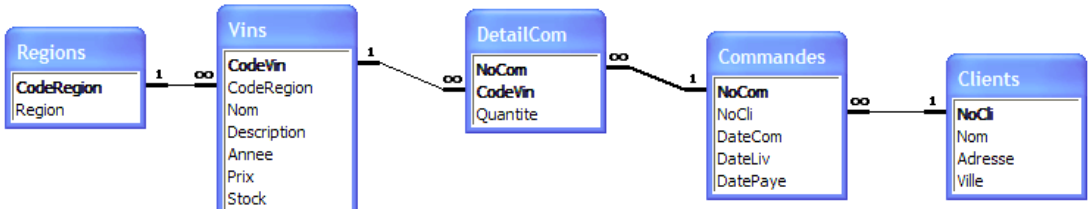
g) Changez en 111 le numéro du membre 100.

h) Supprimez le membre 103.

i) Supprimez le membre 102.

Exercice 3

Une société de distribution de vins dispose de la base de données suivante :



Clients : Table

NoCli	Nom	Adresse	Ville
3	Wimbledon Beer and Wine Emporium	23b Wellington Road	London
4	Brighton Wines	7 The Parks	Brighton
5	The Paris Global	12 Rue de la Concourse	Paris
6	The Hamburg Global	34 Nuremburgstrasse	Hamburg
7	The Brussels Global	34 Avenue de la Cassis	Brussels
8	The Unknown	15 Park Lane	Croydon
9	Casa Bianca	17 Via Francescoli	Milan

Commandes : Table

NoCom	NoCli	DateCom	DateLiv	DatePaye
2019	6	26/09/1994	27/09/1994	22/10/1994
2021	5	29/09/1994	04/10/1994	19/10/1994
2025	3	17/07/1995	18/07/1995	28/07/1995
2027	8	02/06/1995	09/06/1995	02/07/1995
2028	4	17/12/1994	21/12/1994	05/01/1995
2029	7	19/08/1994	19/08/1994	27/09/1994
2158	7	20/07/1995	28/07/1995	13/09/1995
2165	9	12/01/1995	21/01/1995	22/01/1995

DetailCom : Table

NoCom	CodeVin	Quantite
2019	10	108
2019	15	108
2019	18	108
2019	19	108
2021	9	90
2021	10	60
2021	11	12
2021	16	90
2025	9	36
2025	11	54
2025	15	18
2027	1	18
2027	4	6
2027	6	12
2027	11	12
2027	18	18
2028	10	12
2028	11	48
2028	14	72
2028	15	12
2028	17	48
2028	19	72
2029	7	84
2029	9	84
2029	14	42
2029	18	42
2158	8	84
2158	19	84
2165	2	162

Vins : Table

	CodeVin	CodeRegion	Nom	Descrip	Annee	Prix	Stock
+	1	1	Chateau Belgrave	A good	1983	8,95 €	5000
+	2	1	Chateau La Lagune	Deep c	1983	7,45 €	8540
+	3	1	Chateau La Cardonne	Attracti	1982	12,80 €	3200
+	4	1	Chateau Lestage-Darquier-Grand-Poujeaux	Densely	1982	18,00 €	1890
+	5	2	Chateau Calon-Segur	This full	1980	17,50 €	3100
+	6	2	Chateau Montrose	A long-r	1982	14,95 €	450
+	7	2	Chateau Meyney	These v	1980	15,00 €	900
+	8	3	Chateau Lafite-Rothschild	A magn	1980	12,00 €	3210
+	9	3	Chateau Latour	Its inky-	1983	18,00 €	5600

Extrait de la table « Vins » Actuellement il y a 30 différents vins dans la table (1 -30)

Regions : Table

	CodeRegion	Region
+	1	Medoc
+	2	St-Estephe
+	3	Pauillac
+	4	St Julien
+	5	Margaux
+	6	Graves

Pour chaque relation, la vérification de la contrainte d'intégrité référentielle est activée en mode "Interdiction", à l'exception de la relation entre les tables *Clients* – *Commandes* et *Commandes* – *DetailCom* où la contrainte est activée en mode "Cascade" pour la suppression et la modification.

a) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de l'ajout du client N° 4. Est-ce qu'on peut ajouter ce client ? Justifiez votre réponse.

b) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de l'ajout du client N° 2. Est-ce qu'on peut ajouter ce client ? Justifiez votre réponse.

c) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de la suppression du client N° 9. Est-ce qu'on peut supprimer ce client ? Justifiez votre réponse. Quel(s) enregistrement(s) est(sont) supprimé(s) ?

d) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de la suppression de l'enregistrement NoCom = 2019 et CodeVin = 15 de la table DetailCom. Est-ce qu'on peut supprimer cet enregistrement ? Quel(s) enregistrement(s) est(sont) supprimé(s) ?

e) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de la modification du CodeRegion N° 3 en N° 7. Est-ce qu'on peut modifier ce code région? Justifiez votre réponse. Quel(s) enregistrement(s) est(sont) modifié(s) ?

f) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors de l'ajoute de l'enregistrement (NoCom=2025, CodeVin=35, Quantité=14) dans la table DetailCom. Est-ce qu'on peut ajouter cet enregistrement? Justifiez votre réponse.

g) Quelle(s) contrainte(s) est(sont) concernée(s) lors du changement du client N°7 en N° 1 pour la commande N° 2158. Est-ce qu'on peut modifier cet enregistrement? Justifiez votre réponse.

8. Les formulaires (angl. forms)

8.1 Tables des matières :

8. Les formulaires (angl. forms) 210

8.1 Tables des matières : 210

8.2 Définition 210

8.3 Types de formulaires 214

8.4 Création d'un formulaire 216

8.2 Définition

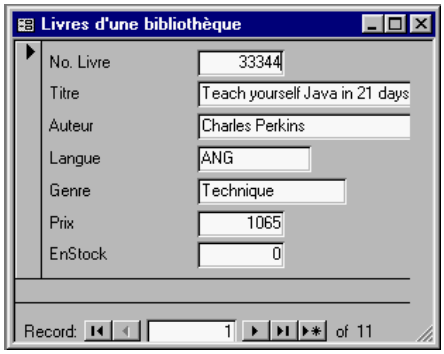
L'affichage, la saisie et la modification des données ont été réalisés jusqu'à maintenant directement dans les tables. Même les requêtes ont soit affiché leurs résultats sous forme de feuilles de données (= sous-table), soit modifié directement le contenu des tables. Les formulaires représentent un autre outil de manipulation de données des SGBD.

Un formulaire est une aide utile pour consulter et modifier rapidement et facilement les données d'une table. Les diverses facilités mises à notre disposition par les formulaires nous offrent un bon confort ainsi qu'une très grande sécurité des données lors des manipulations.

En général on utilise un formulaire pour:

- **Entrer des données.**
- **Consulter des données.**
- **Modifier des données.**

Voici à titre d'exemple un formulaire, qui affiche toutes les données d'une table qui contient des livres:

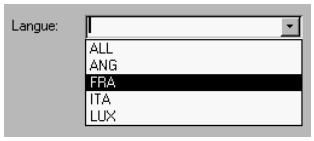


Vous remarquez que ce formulaire affiche **un** enregistrement à la fois.

Un formulaire est toujours lié à une table ou bien à une requête. Il ne représente donc qu'une interface entre l'utilisateur et les tables. Toutes les données saisies sur un formulaire sont donc inscrites dans la (les) table(s) correspondante(s).

Chaque formulaire est composé de contrôles. Voici une liste non exhaustive des contrôles les plus répandus dans les SGBD actuels:

Nom du contrôle	Description	Utilisation
Etiquette (angl. Label) Exemple: 	Affiche du texte fixe.	Ce type de contrôle n'est pas lié à un champ d'une BD. Il sert uniquement à fournir des informations à l'utilisateur.
Zone de texte (angl. Text Box) Exemple: 	Contient des données de la BD. Ce contrôle affiche par exemple la valeur d'un champ pour l'enregistrement actuel.	Peut représenter des champs de tout type.
Bouton d'options (angl. Option Button ou Radio Button) Exemple: 	Utilisés en groupe, ces boutons permettent de choisir une seule valeur parmi plusieurs possibles. Un bouton sélectionné signifie que la valeur associée à ce bouton est sélectionnée comme valeur pour le champ correspondant au groupe de boutons. Les options dans un groupe représentent donc les valeurs possibles pour UN champ donné de la table. Exemple: Le bouton *Féminin* sélectionné veut dire que le sexe de cet employé est féminin.	Ce contrôle représente de préférence des champs de type numérique, texte ou date. On utilise des groupes de boutons d'options pour représenter des champs pouvant contenir seulement quelques valeurs prédéfinies, qui ne changent pas souvent ou pas du tout comme par exemple le sexe (masculin/féminin), le résultat d'un examen (Admin/Ajourné/Ecarté) etc. .

Case à cocher (angl. Check Box) Exemple: 	Utilisé pour afficher le contenu d'un champ de type Oui/Non (Yes/No). La différence par rapport aux boutons d'option est qu'il est possible de cocher simultanément plusieurs cases dans un groupe. En plus, les cases à cocher apparaissent souvent seules et indépendant d'un groupe. Chaque case concerne UN champ de la table. Exemple: La table contient 3 champs à valeurs Oui/Non (*fldCaracGras*, *fldItalique*, *fldSouligné*).	Représente des champs à valeurs logiques (Oui/Non).
Zone de liste (angl. List Box) Exemple: 	Permet d'afficher une liste de valeurs parmi lesquelles l'utilisateur peut en choisir une. On utilise des zones de liste pour représenter des champs qui contiennent plusieurs valeurs possibles. Lorsque la nature des données fait que des nouvelles options deviennent indispensables, il suffit de les ajouter dans la liste et chaque utilisateur pourra les sélectionner.	Ce contrôle représente de préférence des champs de type numérique, texte ou date. On utilise des zones de liste pour représenter des champs pouvant contenir beaucoup de valeurs qui ne changent pas souvent ou pas du tout comme par exemple les noms des différents pays de l'Europe.
Liste modifiable (angl. Combo Box) Exemple:  	Combinaison entre une zone de liste et une zone de texte. L'utilisateur peut sélectionner une valeur de la liste ou entrer un texte de son choix.	Ce contrôle représente de préférence des champs de type numérique, texte ou date. Utilisation pareille à la zone de liste mais avec l'option pour l'utilisateur d'entrer une valeur non prédéfinie.

Bouton de commande (angl. Command Button) Exemples: 	Exécuter une ou plusieurs commandes systèmes respectivement lancer des modules de programmes créés par l'utilisateur. Exemple1: Visualiser toutes les commandes d'un client. Exemple2: Arrêter l'action en cours.	Ce type de contrôle n'est pas lié à un champ d'une BD.

La plupart des SGBD offrent encore des contrôles pour améliorer la présentation des formulaires (contrôles graphiques, images, liens OLE …).

Convention des noms:

Les noms des formulaires sont précédés du préfixe **frm** (angl.: Form)

Quand est-ce qu'on utilise des formulaires ?

- Lorsqu'on ne veut pas que les utilisateurs travaillent directement dans les tables. Les formulaires offrent généralement des mécanismes de sécurité plus sophistiqués tels que les zones de listes qui empêchent les utilisateurs d'entrer n'importe quelle valeur dans un champ etc.
- Lorsqu'on veut présenter les données sous une forme plus conviviale. On peut par exemple utiliser des cases à cocher pour les champs à valeur Oui/Non (Yes/No).
- Lorsqu'on désire afficher les enregistrements un à la fois (→ Formulaires Colonne Simple)

Le principe de conception d'un bon formulaire est toujours de minimiser le nombre de frappes afin de minimiser les erreurs possibles.

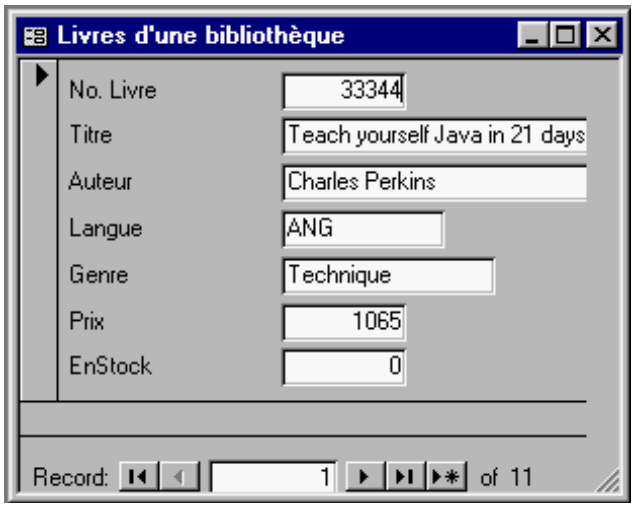
Quelle est la base de création d'un formulaire ?

- Tout comme les tables et les requêtes, un formulaire est un composant d'une BD, qui doit être crée et défini avant de pouvoir être utilisé pour manipuler les données.
- Chaque formulaire se crée à partir d'une table ou d'une requête.
- Les données affichées dans un formulaire proviennent donc de tables ou de requêtes, tandis que certaines informations spécifiques à l'apparence du formulaire (p.ex. couleur de l'arrière plan …) sont stockées dans la définition du formulaire.

8.3 Types de formulaires

En général nous distinguons 3 types de formulaires:

1. Formulaire Colonne Simple (angl. Single Column Form)



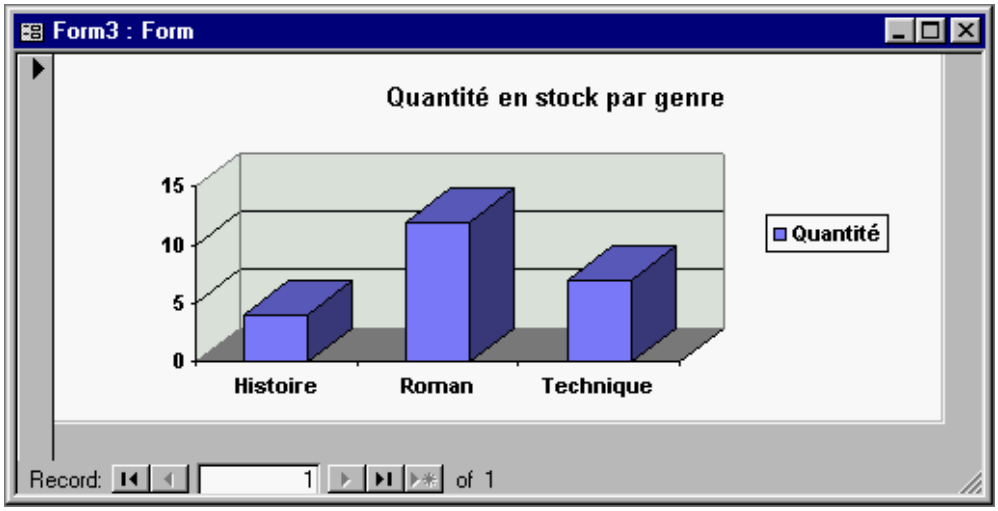
Dans un formulaire Colonne Simple, les valeurs des enregistrements sont affichées dans une seule colonne. Chaque valeur d'un enregistrement se trouve dans un champ de formulaire dédié. Un seul enregistrement est donc représenté à chaque fois.

2. Formulaire Tabulaire (angl. Tabular Form)

tblLivres
No. Livre Titre Auteur Langue Genre Prix EnStock
33344 Teach yourself Java in 21 day Charles Perkins ANG Technique 1065 0
34000 MS-Access 2.0 Ken Getz ANG Technique 1377 2
38366 Die Prüfung F.Paul Wilson ALL Roman 600 3
57296 Le micro ! comment ça marche Ron White FRA Technique 824 2
78654 L'homme juste Raymond Peron FRA Roman 245 3
78999 Der letzte Zar Klaus Werheim ALL Histoire 1074 2
87644 Novell Netware 4.1 Pierre Godefroid FRA Technique 1138 3
87777 Roter Drache Thomas Harris ALL Roman 489 3
Record:
1
of 11

Dans un formulaire tabulaire, les enregistrements sont représentés sur des lignes et des colonnes. Ce type de formulaire a une apparence similaire à celle de la vue d'un tableau ou d'un résultat d'une requête.

3. Formulaire Graphique (angl. Graphical Form)



La plupart des SGBD offrent une multitude d'options de représentations graphiques (Histogrammes 2D, Histogrammes 3D, Diagrammes circulaires …).

8.4 Création d'un formulaire

Avant de créer un formulaire, quelques réflexions s'imposent:

- Comment est-ce qu'on veut représenter les données et quel type de formulaire est le plus adéquat ?
- Est-ce que l'utilisateur aura la possibilité d'ajouter, de modifier respectivement de supprimer des données ?
- Quels sont les contrôles appropriés pour représenter les différents champs de la table respectivement de la requête ?

Voici quelques règles générales d'utilisation des différents contrôles standard.

- **Pour représenter un champ à valeur logique (Oui/Non), employez impérativement une case à cocher. Plusieurs cases à cocher peuvent être regroupées afin de représenter plusieurs champs à valeur logique.**

  Exemple:

  L'utilisateur, qui est dans ce cas un employé d'une société d'assurances, peut indiquer si un client à inclus dans son contrat une assurance auto supplémentaire du type "Défense & Recours" .

- **Pour représenter un champ, qui ne peut contenir qu'un nombre très limité (max 5) de valeurs prédéfinies du type numérique, texte ou date, qui sont en plus mutuellement exclusives, utilisez un groupe de boutons d'options.**

  Exemple:

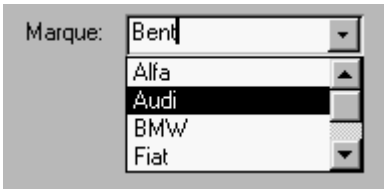
  L'employé choisit si la carte verte est envoyée à l'agent ou directement au client.

- **Un champ, qui peut contenir un nombre limité (> 5) de valeurs prédéfinies du type numérique, texte ou date, qui sont en plus mutuellement exclusives, devra être représenté par une zone de liste.**

  Exemple:

  L'employé peut étendre la couverture de l'assurance auto sur un pays supplémentaire.

- **Lorsque pour un champ, représenté normalement par une zone de liste, vous voulez donner à l'utilisateur la possibilité d'entrer des valeurs outres que celles prédéfinies, utilisez une liste modifiable.**

Exemple: 

L'employé peut soit sélectionner une des marques prédéfinies, soit entrer lui-même un nom de marque.

- **Pour les champs ou vous ne pouvez pas du tout anticiper les valeurs, et qui ne sont pas du type logique, utilisez une zone de texte.**

Exemple:

L'employé doit entrer le nom du client.

Lors de la conception d'un formulaire, le respect de ces quelques règles garantit à l'utilisateur le principe de la saisie minimale. Partout ou une sélection de valeurs prédéfinies est possible, l'utilisateur n'a pas besoin d'entrer les données au clavier.

Avantages:
1. **La rapidité de la saisie des données augmente → meilleure productivité.**
2. **Elimination de beaucoup de sources d'erreur.**

9. Les rapports (angl. reports)

9.1 Tables des matières :

9. Les rapports (angl. reports) 218

9.1 Tables des matières : 218

9.2 Définition 218

9.3 Création d'un rapport 224

9.2 Définition

Avec les formulaires, nous avons introduit un outil puissant pour consulter et manipuler les données d'une BD. Il est également possible d'imprimer les formulaires, mais les SGBD nous offrent un outil beaucoup plus puissant en termes de fonctionnalités pour imprimer les données et effectuer des calculs sur ces données. Il s'agit des rapports (ou états) (angl. reports), qui ont l'avantage d'être très flexibles en ce qui concerne la création de listes et de statistiques imprimées, mais qui ne permettent pas de dialogue interactif avec l'utilisateur. L'important pour l'utilisateur d'une BD est donc de savoir quand il faut utiliser un formulaire et quand un rapport.

En général, on utilise un rapport pour:

- **Imprimer des listes et statistiques concernant les données;**
- **Regrouper les données et créer des calculs sur les données;**
- **Créer des factures, bons de livraisons et autres pièces de gestion importantes.**

Reprenons notre table avec les livres d'une librairie

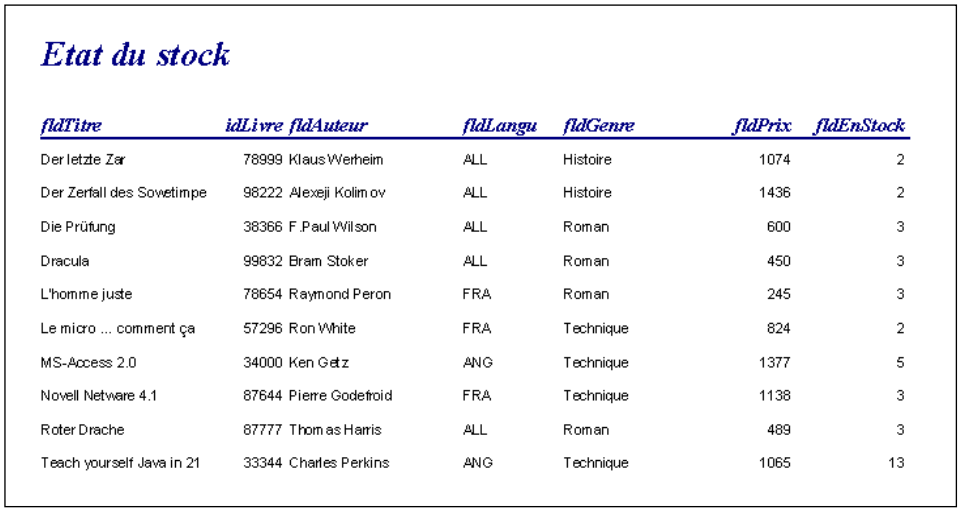
tblLivres : Table

idLivre	fldTitre	fldAuteur	fldLangue	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
33344	Teach yourself Java in 21 days	Charles Perkins	ANG	Technique	1065	13
34000	MS-Access 2.0	Ken Getz	ANG	Technique	1377	5
38366	Die Prüfung	F.Paul Wilson	ALL	Roman	600	3
57296	Le micro ... comment ça marche ?	Ron White	FRA	Technique	824	2
78654	L'homme juste	Raymond Peron	FRA	Roman	245	3
78999	Der letzte Zar	Klaus Werheim	ALL	Histoire	1074	2
87644	Novell Netware 4.1	Pierre Godefroid	FRA	Technique	1138	3
87777	Roter Drache	Thomas Harris	ALL	Roman	489	3
98222	Der Zerfall des Sowetimperiums	Alexeji Kolimov	ALL	Histoire	1436	2
99832	Dracula	Bram Stoker	ALL	Roman	450	3
0					0	0

Record: 1 of 10

Exemple 1:

Le rapport suivant affiche simplement une liste avec tous les livres en stock. Cette liste est triée par ordre alphabétique sur le titre.

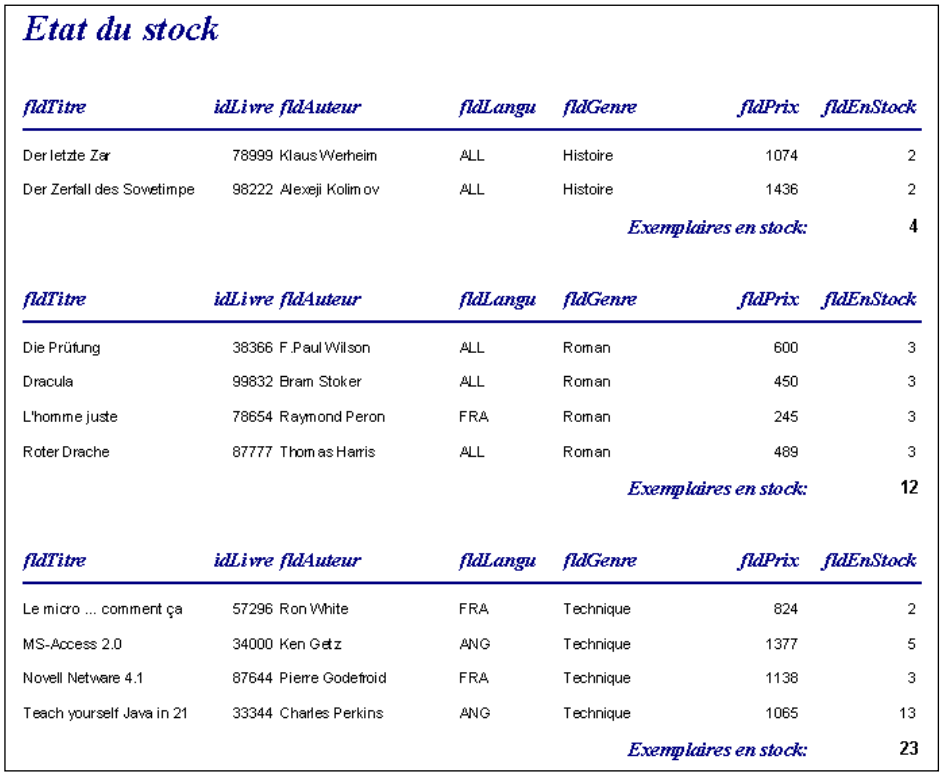


Etat du stock

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangu	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
Der letzte Zar	78999	Klaus Werheim	ALL	Histoire	1074	2
Der Zerfall des Sowetimpe	98222	Alexeji Kolimov	ALL	Histoire	1436	2
Die Prüfung	38366	F.Paul Wilson	ALL	Roman	600	3
Dracula	99832	Bram Stoker	ALL	Roman	450	3
L'homme juste	78654	Raymond Peron	FRA	Roman	245	3
Le micro ... comment ça	57296	Ron White	FRA	Technique	824	2
MS-Access 2.0	34000	Ken Getz	ANG	Technique	1377	5
Novell Netware 4.1	87644	Pierre Godefroid	FRA	Technique	1138	3
Roter Drache	87777	Thomas Harris	ALL	Roman	489	3
Teach yourself Java in 21	33344	Charles Perkins	ANG	Technique	1065	13

Exemple 2:

Un SGBD nous offre généralement la possibilité de regrouper les données. Chaque groupe est défini selon les valeurs d'un ou de plusieurs champs. Un groupe contient normalement 3 parties; une en-tête de groupe, une section détail et un pied de groupe. Dans notre exemple, nous allons créer des groupes basés sur la valeur du champ *fldGenre*, donc un groupe par genre. Pour chaque groupe, donc pour chaque genre, nous allons afficher les libellés des champs dans l'en-tête du groupe et les livres appartenant au groupe dans la section détail. A la fin de chaque groupe (dans le pied de groupe) sera affiché en plus, le total des exemplaires en stock pour ce groupe.



Etat du stock

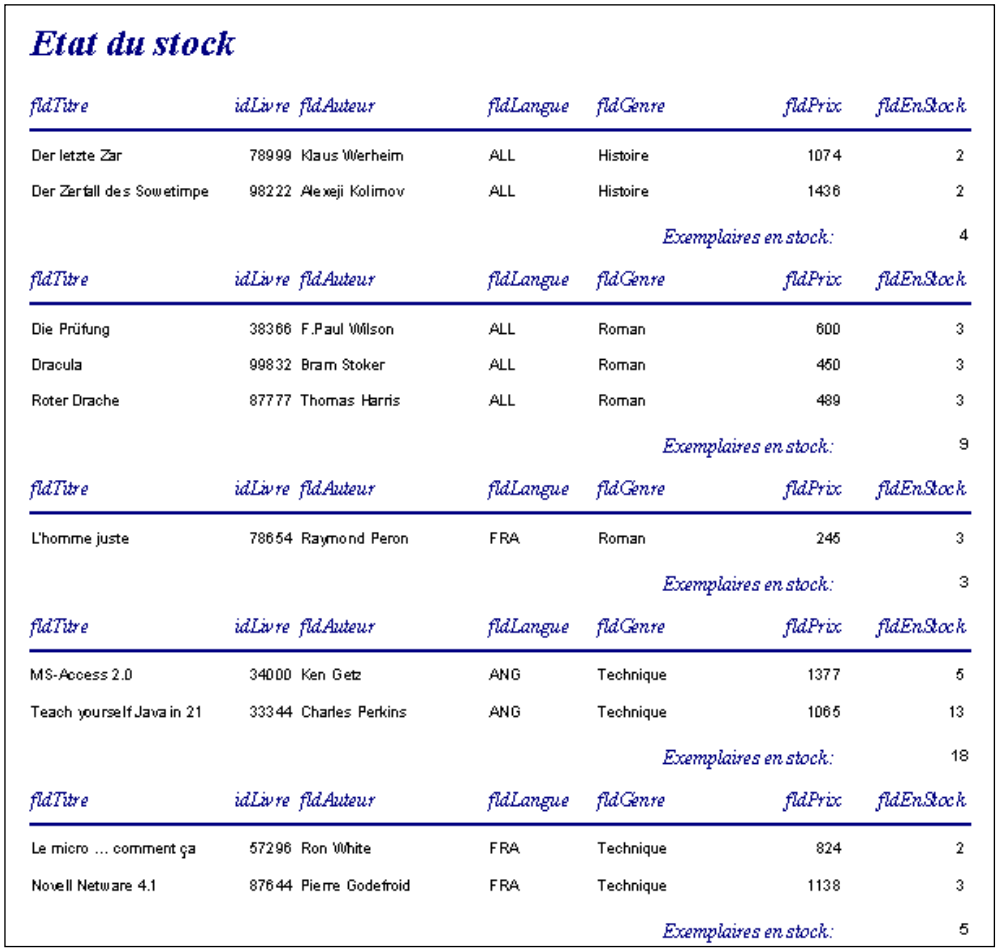
fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangu	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
Der letzte Zar	78999	Klaus Werheim	ALL	Histoire	1074	2
Der Zerfall des Sowetimpe	98222	Alexeji Kolimov	ALL	Histoire	1436	2
				Exemplaires en stock:		4

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangu	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
Die Prüfung	38366	F.Paul Wilson	ALL	Roman	600	3
Dracula	99832	Bram Stoker	ALL	Roman	450	3
L'homme juste	78654	Raymond Peron	FRA	Roman	245	3
Roter Drache	87777	Thomas Harris	ALL	Roman	489	3
				Exemplaires en stock:		12

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangu	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
Le micro ... comment ça	57296	Ron White	FRA	Technique	824	2
MS-Access 2.0	34000	Ken Getz	ANG	Technique	1377	5
Novell Netware 4.1	87644	Pierre Godefroid	FRA	Technique	1138	3
Teach yourself Java in 21	33344	Charles Perkins	ANG	Technique	1065	13
				Exemplaires en stock:		23

Exemple 3:

Dans ce rapport, les livres sont groupés par genre et à l'intérieur d'un genre par langue. Chaque groupe est donc défini par le genre **et** la langue.



Etat du stock

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangue	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
Der letzte Zar	78999	Klaus Werheim	ALL	Histoire	1074	2
Der Zerfall des Sowetimpe	98222	Alexeji Kolimov	ALL	Histoire	1436	2
				Exemplaires en stock:		4

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangue	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
Die Prüfung	38366	F.Paul Wilson	ALL	Roman	600	3
Dracula	99832	Bram Stoker	ALL	Roman	450	3
Roter Drache	87777	Thomas Harris	ALL	Roman	489	3
				Exemplaires en stock:		9

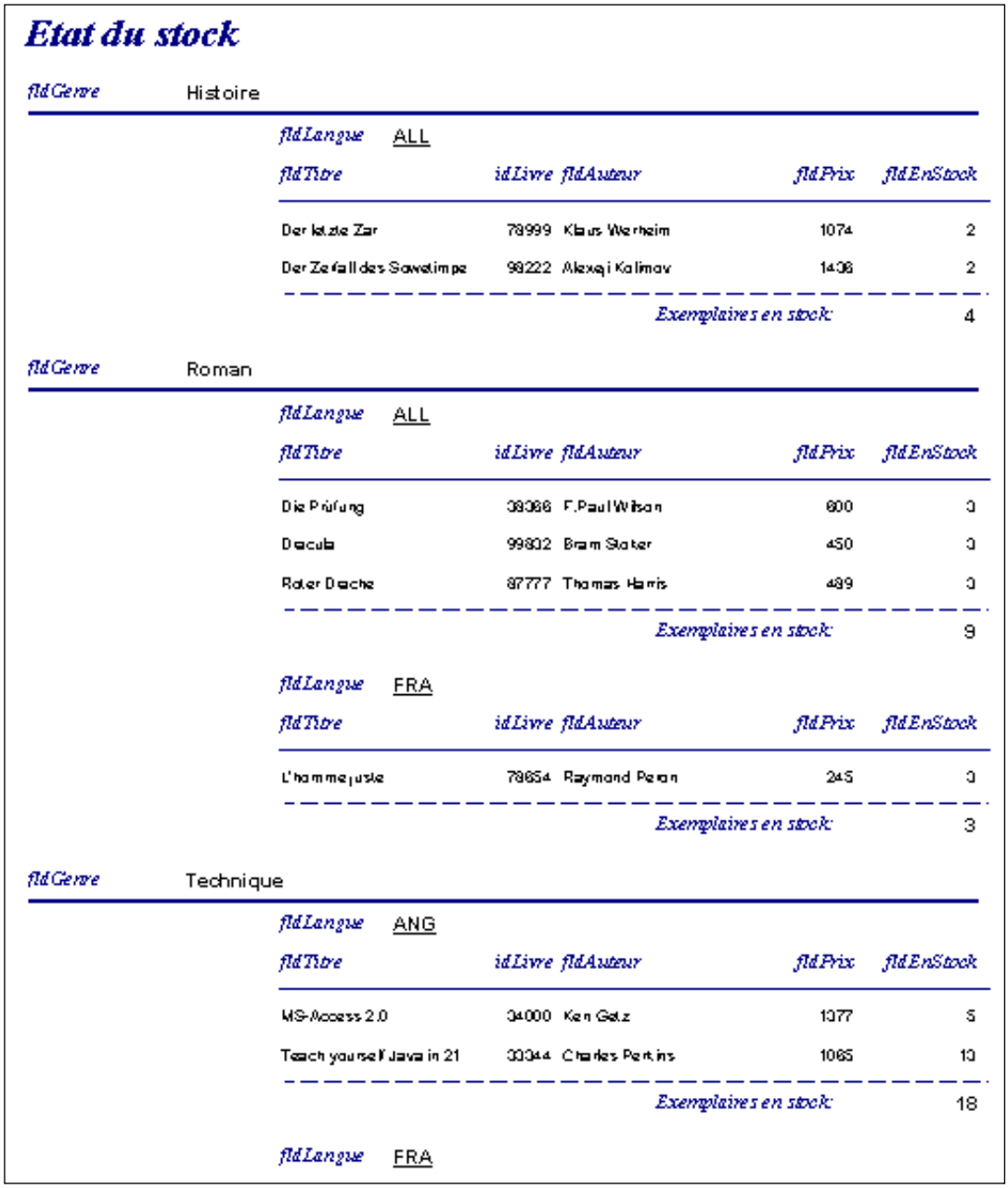
fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangue	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
L'homme juste	78654	Raymond Peron	FRA	Roman	245	3
				Exemplaires en stock:		3

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangue	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
MS-Access 2.0	34000	Ken Getz	ANG	Technique	1377	5
Teach yourself Java in 21	33344	Charles Perkins	ANG	Technique	1065	13
				Exemplaires en stock:		18

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldLangue	fldGenre	fldPrix	fldEnStock
Le micro ... comment ça	57296	Ron White	FRA	Technique	824	2
Novell Netware 4.1	87644	Pierre Godefroid	FRA	Technique	1138	3
				Exemplaires en stock:		5

Exemple 4:

On pourrait envisager de représenter le même groupement (genre & langue) d'une autre façon.



Etat du stock

fldGenre Histoire

fldLangue ALL

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldPrix	fldEnStock
Der letzte Zar	78999	Klaus Werheim	1074	2
Der Zerfall des Sowetimpe	98222	Alexej Kolimov	1436	2
		Exemplaires en stock:		4

fldGenre Roman

fldLangue ALL

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldPrix	fldEnStock
Die Prüfung	38086	F.Paul Wilson	600	3
Dracula	99802	Bram Stoker	450	3
Roter Drache	87777	Thomas Harris	489	3
		Exemplaires en stock:		9

fldLangue FRA

fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldPrix	fldEnStock
L'homme juste	78654	Raymond Peron	245	3
		Exemplaires en stock:		3

fldGenre Technique

fldLangue ANG

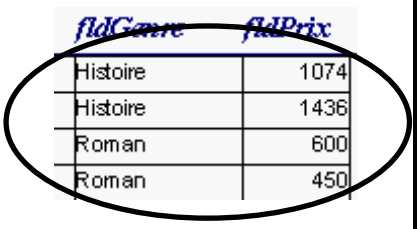
fldTitre	idLivre	fldAuteur	fldPrix	fldEnStock
MS-Access 2.0	34000	Ken Getz	1377	5
Teach yourself Java in 21	33044	Charles Perkins	1065	10
		Exemplaires en stock:		18

fldLangue FRA

Quelle est la base de création d'un rapport ?

- Tout comme les tables, les requêtes et les formulaires, un rapport est un composant d'une BD, qui doit être créé et défini avant de pouvoir être utilisé pour afficher les données et les calculs sur les données.
- Chaque rapport se crée à partir d'une table ou d'une requête.
- Les données affichées dans un rapport proviennent donc de tables ou de requêtes, tandis que certaines informations spécifiques à l'apparence du rapport (p.ex. Titre dans l'en-tête …) sont stockées dans la définition du rapport.

Chaque rapport est composé de contrôles. Puisque les rapports ne sont pas prévus pour le dialogue interactif avec l'utilisateur, ils contiennent dans la plupart des cas seulement 3 types de contrôles:

Nom du contrôle	Description	Exemple
Zone de texte (angl. Text Box)	Affiche les données de la BD, ainsi que les résultats de calculs sur ces données. Les zones de textes constituent les contrôles les plus importants et les plus utilisés dans les rapports.	
Etiquette (angl. Label)	Affiche du texte fixe.	
Contrôles graphiques (angl. Graphical Controls)	Ces contrôles, dont le seul but est l'amélioration de la présentation des rapports peuvent être de types différents, comme par exemple des lignes , des éléments graphiques élémentaires tels que carrés ou rectangles, mais également des images importées.	

Néanmoins, beaucoup de SGBD prévoient également l'utilisation d'autres contrôles, comme par exemple les boutons d'options ou les cases à cocher.

Convention des noms:

Les noms des rapports sont précédés du préfixe **rpt** (angl.: report)

Structure d'un rapport

Chaque rapport est subdivisé en différentes parties, appelés sections. Un rapport peut contenir les sections suivantes:

- **En-tête/Pied de rapport**

L'en-tête de rapport apparaît une seule fois au début de la première page, et le pied de rapport apparaît une seule fois à la fin de la dernière page. L'en-tête de rapport est souvent utilisé pour afficher des logos ou la date actuelle. Le pied de rapport contient souvent des grand totaux.

- **En-tête/Pied de page**

Contient du texte, qui sera affiché/imprimé à chaque nouvelle page du rapport. L'en-tête de page contient généralement les noms des champs affichés dans la section détail. Le pied de page est souvent utilisé pour afficher le numéro de page.

- **En-tête/Pied de groupe**

Dans un rapport on peut faire un regroupement d'enregistrements selon les valeurs d'un ou de plusieurs champs spécifiés (p.ex. Regrouper une liste de voitures par marque). Chaque groupe défini peut disposer d'un en-tête et d'un pied de groupe. L'en-tête de groupe affiche par exemple une ou plusieurs zones de texte indiquant le contenu du groupe (p.ex. Nom de la marque), ou les étiquettes de la section détail. Le pied de groupe contient des calculs (p.ex. sous totaux, moyennes) pour ce groupe. Entre l'en-tête de groupe et le pied de groupe se trouve la section détail, avec tous les enregistrements faisant partie du groupe.

- **Section Détail**

Cette section est la plus importante. Elle contient la plupart des zones de texte et affiche les données et les calculs pour chaque enregistrement. Il existe toujours une seule zone détail, indépendant du fait qu'il y a des groupes ou non.

9.3 Création d'un rapport

Voici quelques points de réflexion avant la création d'un rapport:

- Quelles données est-ce qu'on veut représenter ? (Dressez la liste des champs)
- Quelles informations supplémentaires sont utiles (p.ex. groupements, sous totaux, moyennes, pourcentages)
- Quel est le format approprié en terme de disposition des informations ?

Partie 3 : Protection des données

10. Sécurité des données

Remarque pédagogique

Ce chapitre ne s'occupe pas trop des concepts avancés de la gestion des BD multi-utilisateurs sur un serveur BD, tels que les transactions, l'interblocage etc. . Ces problèmes font typiquement partie du domaine de l'administration d'une BD sur un serveur, tâche absolument réservée à l'administrateur de la BD, qui est généralement un informaticien. Toutefois, l'enseignant pourra encore une fois répéter les concepts élémentaires de l'architecture Client/Serveur, qui sont présentés dans cet ouvrage.

10.1 Table des matières :

10. Sécurité des données *226*

10.1 Table des matières : 226

10.2 Définition 226

10.3 Les manipulations malveillantes 227
10.3.1 Définition 227
10.3.2 La protection contre les manipulations malveillantes 227

10.4 Les accès non autorisés 229
10.4.1 Définition 229
10.4.2 La protection contre les accès non autorisés 229

10.5 Les incohérences et pertes de données accidentelles 233
10.5.1 Définition 233
10.5.2 La protection contre les incohérences et pertes de données accidentelles 234
10.5.3 Les mesures de prévention contre la perte de données 236

10.2 Définition

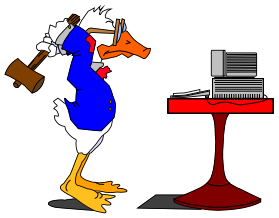
Par **sécurité des données**, on entend toutes les mesures prises pour que les données d'une BD soient protégées contre:

- les manipulations malveillantes
- les accès non autorisés;
- les incohérences et pertes de données accidentelles.

10.3 Les manipulations malveillantes

10.3.1 Définition

Par manipulation malveillante, on entend la lecture, la modification ou la destruction non autorisée de données.



Exemple:

Sachant qu'une BD est implémentée par un ou plusieurs fichiers, au niveau du système d'exploitation, une personne peut effacer une BD complète au niveau de la gestion des fichiers (p.ex. Explorer[1]) sans même avoir besoin de démarrer le SGBD.

Exercice

Donnez un exemple supplémentaire d'une manipulation malveillante.

Insertion d'un virus dans un système. Modifier dans une table uniquement quelques valeurs numériques importantes pour certains calculs (Erreur difficile à repérer)

10.3.2 La protection contre les manipulations malveillantes

Il est difficile d'empêcher une personne autorisée dans le système à effectuer une manipulation malveillante.

Toutefois, la plupart des SGBD exécutés sur un serveur offrent à l'administrateur d'une BD la possibilité de stocker toutes les manipulations effectuées dans une BD spécialisée, appelée journal des opérations effectuées (angl. auditing).

A l'intérieur du journal, l'administrateur peut à chaque moment vérifier quel utilisateur a effectué quelle manipulation sur quelle table à quel moment.

[1] programme de gestion des fichiers sous Windows

Avantages:

- Transparence totale concernant les manipulations effectuées.
- Identification des coupables en cas de problèmes.
- Le fait de rendre l'existence d'un tel journal public possède un certain effet psychologique sur les malfaiteurs potentiels.

Désavantages:

- Les conclusions tirées de la consultation d'un journal, sont à considérer avec précaution puisqu'un utilisateur en possession d'un mot de passe d'une autre personne peut effectuer des manipulations malveillantes sous l'identité de celle-ci.
- Les performances d'une BD peuvent être dégradées puisque pour chaque manipulation d'une table, une inscription dans le journal doit être effectuée.
- Un journal permet le contrôle total du travail des utilisateurs d'une BD.

10.4 Les accès non autorisés

10.4.1 Définition

Par accès non autorisé à une BD on entend le fait qu'une personne lit, modifie, insère ou efface des données d'une BD sans avoir une autorisation préalable respectivement un accès électronique (Nom utilisateur & Mot de passe)

10.4.2 La protection contre les accès non autorisés

Il existe un certain nombre de mesures de protection contre les accès non autorisés.

10.4.2.1 Mot de passe

Une BD peut être protégée par un mot de passe. L'utilisateur désirant travailler avec la BD; doit indiquer un mot de passe avant d'ouvrir celle-ci.

Une fois la BD ouverte, l'utilisateur peut accéder à tous les objets.

Avantage:

Une personne ne disposant pas du mot de passe correspondant ne peut pas du tout accéder à une BD.

Désavantage:

Les mots de passe sont évidemment stockés dans un fichier spécial au niveau du système d'exploitation. Une personne ayant des connaissances approfondies d'un système d'exploitation n'a généralement aucun problème d'afficher le contenu d'un tel fichier. Pour cela, la plupart des SGBD utilisent un procédé d'encryptage afin de rendre les mots de passe illisibles avant de les stocker dans un fichier.

10.4.2.2 Droits d'accès aux objets d'une BD

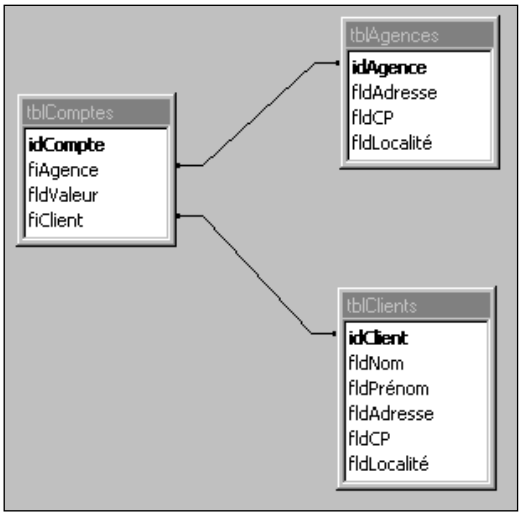
Au niveau des BD, qui se trouvent localement sur un PC, un mot de passe est généralement suffisant pour garantir une certaine sécurité. Par contre pour les BD, qui se trouvent sur un serveur géré par un administrateur[1], et qui sont accédées par une multitude d'utilisateurs, d'autres mécanismes plus variés s'imposent.

[1] personne (informaticien) responsable de la gestion du serveur, du SGBD sur le serveur et des BD

Certains utilisateurs autorisés de la base peuvent être limités, dans leur accès, à quelques tables de celle-ci.

Exemple:

Soit une BD pour la gestion des comptes d'une banque, implémentée sur un serveur BD, auquel tous les employés (même ceux des agences) ont un accès via un réseau informatique.



Un stagiaire auprès de la banque aura un login[1] afin d'accéder à la base de données, mais l'administrateur de la base lui accorde uniquement un accès en lecture aux tables *tblAgences* et *tblClients*. En plus, l'administrateur crée une vue[2], qui contient tous les enregistrements de la table *tblComptes*, toutefois sans afficher le champ *fldValeur*.

Le stagiaire, avec les connaissances acquises pendant le cours d'informatique en classe de 13CG, peut créer sur son PC des requêtes, formulaires et rapports, mais il sera limité à l'utilisation des données pour lesquelles il est en possession des droits nécessaires.

En ce qui concerne les tables et vues d'une BD sur un serveur, l'administrateur n'a pas uniquement la possibilité de limiter les objets qu'un utilisateur peut accéder, mais il peut également définir pour chaque objet, le type d'accès auquel un utilisateur a le droit .

Parmi les types d'accès nous distinguons:

- **Autorisation de lecture** (angl. select)
  L'utilisateur peut uniquement lire des données.

- **Autorisation d'insertion** (angl. insert)
  L'utilisateur peut lire et insérer des données.
  Il ne peut cependant pas modifier ou effacer des données existantes.

[1] nom utilisateur & mot de passe à l'aide duquel un utilisateur peut s'identifier au système
[2] terme généralisé pour une requête de sélection stockée et réaffichable

- **Autorisation de mise à jour** (angl. update)
  L'utilisateur peut lire et modifier des données.
  Il ne peut cependant pas insérer ou effacer des données.

- **Autorisation d'effacement** (angl. delete)
  L'utilisateur peut lire et effacer des données.
  Il ne peut cependant pas insérer ou modifier des données.

Le SGBD sur le serveur garantit que les restrictions définies pour un utilisateur ne sont pas violées.

Exemple:

L'administrateur d'une BD gérée par un SGBD serveur Oracle peut par exemple exécuter des commandes comme:

```
GRANT insert, update ON tblComptes,tblAgences TO JWEBER;
```

Cette commande donne à l'utilisateur identifié au système par le nom JWEBER, le droit de lire les données des tables *tblComptes* et *tblAgences*, d'insérer de nouveaux enregistrements dans ces tables et de modifier les enregistrements existants dans les deux tables.

La commande suivante enlève le droit d'insertion dans la table *tblComptes* à l'utilisateur.

```
REVOKE insert ON tblComptes FROM JWEBER;
```

Exercice

En vous référant à la syntaxe présentée dans cet exemple, et en supposant que le nom utilisateur du stagiaire de l'exemple précédent est EMULLER, indiquez les commandes nécessaires pour donner les droits d'accès au stagiaire de la banque au début de la période de stage, et celles nécessaires pour lui enlever ces droits à la fin de la période de stage. Nous supposons que la vue créée par l'administrateur s'appelle *vComptesSansValeurs*.

```
GRANT select ON tblClients,tblAgences,vComptesSansValeurs TO EMULLER;
```

```
REVOKE select ON tblClients,tblAgences,vComptesSansValeurs FROM EMULLER;
```

Avantage de la gestion des droits d'accès:

Les droits d'accès sont un outil parfait pour personnaliser l'accès à une BD de façon à ce que chaque utilisateur puisse uniquement effectuer les opérations en relation avec sa fonction et compétence à l'intérieur de l'entreprise. Ceci restreint les possibilités d'effectuer des manipulations malveillantes et limite en plus le nombre des suspects en cas d'une telle manipulation.

Désavantage de la gestion des droits d'accès:

En fait, il n'existe pas vraiment un désavantage, mais la gestion des droits d'accès nécessite un effort de gestion supplémentaire considérable, surtout pour les sociétés où les compétences des employés varient beaucoup.

10.4.2.3 Sécurisation du système d'exploitation

Un SGBD, tout comme les autres applications informatiques, utilise les services d'un système d'exploitation.

Une BD est toujours implémentée à l'aide de un ou de plusieurs fichiers. Le contenu de ces fichiers est normalement illisible pour chaque application outre que le SGBD à l'aide duquel le fichier (la BD) a été créé.

Toutefois, il est possible d'endommager et même d'effacer complètement un tel fichier, ce qui aurait comme conséquence la destruction partielle ou totale de la BD, de façon indépendante des mécanismes de sécurité implémentés au niveau du SGBD.

Il convient donc de protéger même l'accès au système d'exploitation, c.à.d. l'accès général au PC par un mot de passe.

Au niveau d'un PC, qui contient une BD locale, la plupart des systèmes d'exploitation prévoient deux types de mot de passe:

1. Un mot de passe pour démarrer le PC (angl. Power On Password)
2. Un mot de passe couplé à un économiseur d'écran[1] (angl. Screen Saver Password)

Pour les serveurs BD, quelques mesures supplémentaires, telles que l'emplacement dans une salle protégée par une clé électronique, s'imposent.

Avantages:

L'existence d'un mot de passe au niveau du système d'exploitation augmente le niveau de sécurité du système.

Désavantage:

Un utilisateur doit indiquer son nom d'utilisateur ainsi que son mot de passe deux fois, la première fois pour accéder au système d'exploitation et la deuxième fois pour accéder à la BD à l'aide du SGBD. Certains SGBD sont cependant capables de reconnaître le nom d'utilisateur ainsi que le mot de passe indiqué au système d'exploitation et de le reprendre lorsque l'utilisateur veut accéder à une BD.

[1] programme affichant une animation à l'écran, qui s'exécute automatiquement après un nombre prédéfini de minutes sans activité de l'utilisateur

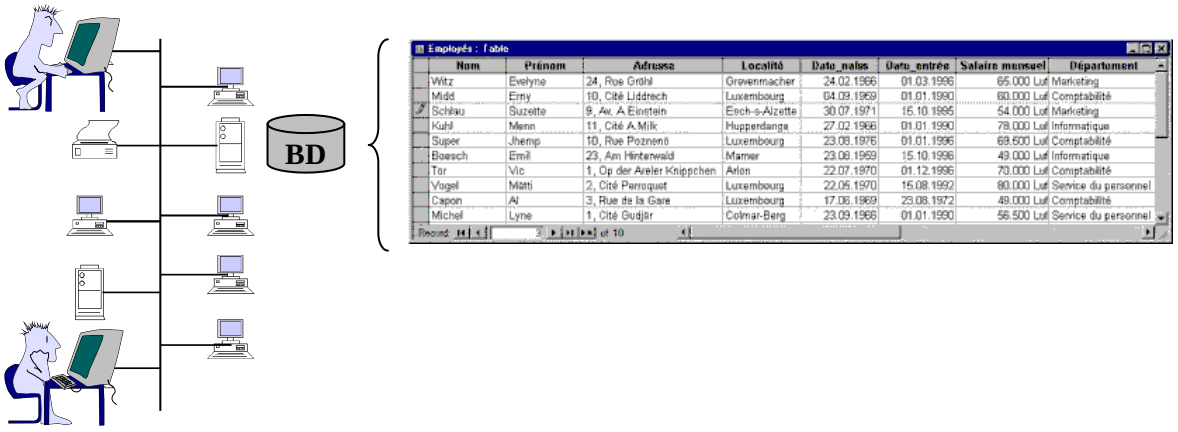
10.5 Les incohérences et pertes de données accidentelles

10.5.1 Définition

Par incohérence accidentelle, on entend toute coupure non intentionnelle des liens logiques entre les données d'une BD.

Exemple d'une incohérence accidentelle:

Dans les systèmes multi-utilisateur, il se peut que deux utilisateurs accèdent en même temps, aux mêmes enregistrements d'une BD sur le serveur. On parle d'un accès concurrent.


BD
Employés : Table
Nom Prénom Adresse Localité Date_naiss Date_entrée Salaire mensuel Département
Witz Evelyne 24, Rte Gröhl Grevenmacher 24.02.1966 01.03.1996 65.000 Luf Marketing
Midd Emy 10, Cité Liddrech Luxembourg 04.09.1959 01.01.1990 80.000 Luf Comptabilité
Schlau Suzette 9, Av. A Einstein Esch-s-Alzette 30.07.1971 15.10.1995 54.000 Luf Marketing
Kuhl Menn 11, Cité A.Milk Huppendange 27.02.1966 01.01.1990 78.000 Luf Informatique
Super Jhemp 10, Rue Poznenti Luxembourg 23.08.1976 01.01.1996 68.500 Luf Comptabilité
Boesch Emil 23, Am Hinterwald Mamer 23.08.1969 15.10.1996 49.000 Luf Informatique
Tor Vic 1, Op der Areler Knippchen Arlon 22.07.1970 01.12.1996 70.000 Luf Comptabilité
Vogel Mätti 2, Cité Perroquet Luxembourg 22.05.1970 15.08.1992 80.000 Luf Service du personnel
Capon Al 3, Rue de la Gare Luxembourg 17.06.1969 23.08.1972 49.000 Luf Comptabilité
Michel Lyne 1, Cité Gudjär Colmar-Berg 23.09.1966 01.01.1990 56.500 Luf Service du personnel
Record 3 of 10

Nous supposons, que les deux utilisateurs exécutent en même temps, de façon indépendante l'un de l'autre, les deux requêtes suivantes:

Utilisateur 1	Utilisateur 2

`UPDATE Employés`
`SET fldDépartement="CPT"`
`WHERE fldDépartement="Comptabilité";`
	`UPDATE Employés`
	`SET fldSalaire=fldSalaire*1.1`
	`WHERE fldDépartement="Comptabilité"`
	`  AND fldDateNaiss<#1/1/70#;`

Nouvelle codification pour le service de comptabilité.	Tous les employés du service comptabilité nés avant le 1/1/70 , subissent une hausse de salaire de 10%.

Nous supposons en plus que la requête de l'utilisateur numéro 2 est exécutée quelques instants avant l'autre requête.

Cependant, la requête de l'utilisateur 1 s'exécute un peu plus vite que l'autre, puisque pour chaque enregistrement, il y a uniquement un seul critère de sélection à vérifier.

A un certain moment, l'exécution de la requête 1 aura dépassée celle de la requête 2, donc pour certains enregistrements, le code "Comptabilité" est changé en "CPT", avant que la

requête 2 ne puisse effectuer la modification du salaire. Parmi tous les employés ayant droit à une hausse de salaire, certains sont donc "ignorés".

Le problème des accès concurrents se pose surtout dans les systèmes avec beaucoup d'utilisateurs émettant beaucoup de requêtes, tels que par exemple la gestion des dépôts d'une banque.

Ce problème peut être résolu par le mécanisme de la sérialisation d'exécution des requêtes[1], supporté automatiquement par tous les SGBD multi-utilisateur exécutés sur un serveur de BD. Ce mécanisme garantit une exécution en série de plusieurs requêtes, même lorsque celles-ci sont envoyées par plusieurs utilisateurs en même temps.

Exercice

Donnez un exemple supplémentaire d'une incohérence accidentelle et d'une perte accidentelle.

La perte partielle ou totale d'une table d'une BD, qui contient des clés primaires référées par les données d'une autre table. Dans ce cas, la contrainte d'intégrité référentielle n'est plus vérifiée

Le crash du SGBD endommage un fichier qui contient des données importantes.

10.5.2 La protection contre les incohérences et pertes de données accidentelles

Tous les SGBD implémentent des fonctionnalités, qui garantissent la cohérence des données en fonctionnement normal. A titre d'exemple mentionnons les contraintes d'intégrité et la sérialisation d'exécution des requêtes.

Une incohérence accidentelle peut donc en principe uniquement apparaître suite à une perte accidentelle de données. Citons la perte d'enregistrements, qui contiennent des clés primaires liées à des clés étrangères d'une autre table.

Par conséquent, nous allons limiter la discussion suivante aux pertes accidentelles.

Les causes des pertes de données accidentelles sont réparties en trois groupes:

1. Les pertes provoquées par des erreurs humains;
2. Les pertes des données en mémoire interne (RAM).
3. Les pertes des données stockées sur disque dur.

[1] une requête n'est exécutée qu'au moment où la requête précédente a terminé son exécution

10.5.2.1 Les pertes provoquées par des erreurs humaines

Ce type de pertes est difficilement maîtrisable. Toutefois, une bonne formation des utilisateurs d'un système aide à réduire le nombre de telles pannes.

Exemple d'une perte provoquée par une erreur humaine:

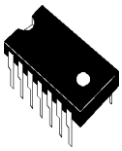
Une requête de suppression mal formulée en SQL, efface trop d'enregistrements.

10.5.2.2 Les pertes des données en mémoire interne (RAM)

Les BD résidant normalement sous forme de fichier(s) sur le disque dur, sont partitionnées en blocs de longueur fixe, avec chaque bloc contenant un ou plusieurs enregistrements. Un SGBD appelle les blocs nécessaires en mémoire centrale et les retourne sur le disque suite aux modifications effectuées.

Les données résidant en mémoire interne ne résistent pas à un crash; et sont perdues de façon irrécupérable. Comme les blocs avec les enregistrements sont généralement retournés vers le disque dur assez vite après une opération de modification, l'impact d'une perte de données en mémoire interne n'est toutefois pas très grand.

Exemples de causes pour la perte de données en mémoire interne:



- un crash système provoqué par un défaut matériel;
- un crash système provoqué par un défaut logiciel;
- une coupure d'alimentation électrique.

10.5.2.3 Les pertes des données stockées sur disque dur

Les données stockées sous forme de fichier(s) sur disque dur peuvent en principe également être perdues, mais heureusement il existe des mesures de prévention d'une perte de données sur disque, puisque l'impact d'une telle perte peut être énorme, et peut dans le pire, aboutir dans la perte complète de la BD.

Exemples de causes pour la perte de données sur disque dur:

- une manipulation erronée effectuée par un utilisateur;
- une erreur de logiciel (angl. Bug) a causé une incohérence de certaines données;
- une panne d'un disque.

10.5.3 Les mesures de prévention contre la perte de données

10.5.3.1 La sauvegarde des données (angl. Backup)

Une méthode préventive contre la perte de données sur disque dur est la sauvegarde régulière des données du (des) disque(s).

L'opération de sauvegarde (ang. backup) d'une BD consiste dans la copie du resp. des fichiers qui contiennent la BD, du disque dur vers un support de sauvegarde. Ceci est fait au niveau du système d'exploitation.
Lors d'une perte de données d'un disque, on peut **restituer (angl. restore)** les données sur le disque à partir du support de sauvegarde.

Afin de pouvoir effectuer une sauvegarde des fichiers BD au niveau du système d'exploitation, la BD doit être "fermée", ce qui veut dire que personne ne doit être en train d'effectuer n'importe quelle manipulation. Sinon, on risque de sauvegarder des fichiers incohérents.

Au niveau des SGBD pour serveurs, il existe des systèmes, qui permettent la sauvegarde "intelligente" d'une table pendant que celle-ci est consultée ou même modifiée.

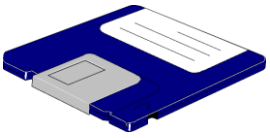
On distingue généralement deux types de sauvegardes:

1. La **sauvegarde complète** (angl. full backup)
   Toutes les données sont sauvegardées

2. La **sauvegarde incrémentale** (angl. incremental backup)
   Uniquement les nouvelles données ou celles modifiées depuis la dernière sauvegarde sont sauvegardées.

Il est conseillé de gérer plusieurs **générations de sauvegarde**. On aura ainsi une version "Lundi", "Mardi", "Mercredi" etc., afin de pouvoir accéder à un état de données antérieur si la dernière version sauvegardée est déjà corrompue.

Voici un tableau comparatif des supports de sauvegarde, qui sont actuellement assez répandus.

Support	Caractéristiques
Disquette 	• Stockage magnétique en train de disparaître • Capacité[1]: 720KB/1.4MB (très faible) • Lecture & écriture répétitive des données • Vitesse d'accès assez lente

[1] 1KB = 1Kilobyte = 1024 Byte / 1MB = 1 Megabyte = 1024KB / 1GB = 1Gigabyte = 1024MB

Bande magnétique 	• Stockage magnétique • Capacité: p.ex. 120 GB (élevée) • Lecture & écriture répétitive des données • Vitesse d'accès très lente
Disque magnétique amovible 	• Stockage magnétique • Capacité: p.ex. 2GB (suffisante pour petits systèmes) • Lecture & écriture répétitive des données • Vitesse d'accès rapide
CD-R 	• Stockage optique • Capacité: 650 MB – 800MB (suffisante pour petits systèmes) • Lecture répétitive & une seule écriture • Vitesse d'accès moyenne
CD-RW 	• Stockage magnéto-optique • Capacité: 650MB – 700MB (suffisante pour petits systèmes) • Lecture & écriture répétitive des données • Vitesse d'accès moyenne
Disque dur externe 	• Stockage magnétique • Capacité: p.ex. 200GB (élevée) • Lecture & écriture répétitive des données • Vitesse d'accès rapide

10.5.3.2 La réplication du disque dur (angl. mirroring)

Cette solution met en œuvre plusieurs disques durs dont le contenu est identique. La gestion incombe au système d'exploitation resp. à un contrôleur de disque (carte électronique). Celui-ci doit donc s'assurer que les informations sur les différents disques soient à jour en permanence, de façon à ce que l'on puisse continuer à travailler en cas de panne d'un disque.

10.5.3.3 Réplication du serveur (angl. Backup server)

Dans cette solution, le serveur de réseau (qui peut contenir des données + le système d'exploitation) est répliqué (dédoublé). Si le serveur principal a une défaillance, on continue à travailler sur le serveur de sauvegarde.

10.5.3.4 Les systèmes RAID-5

Le terme RAID (angl. Redundant Array of Inexpensive Disks) dénote un système dans lequel plusieurs disques durs sont gérés par un contrôleur spécifique qui répartit les données de telle façon sur les disques de manière à ce que l'on puisse échanger l'un des disques sans qu'il y ait perte de données. Les dernières versions de contrôleur permettent même le 'hot-swapping', c.-à-d. l'échange d'un disque défectueux sans arrêter le système.

11. Annexes

11.1 Bibliographie

[1]	D.Nanci / B.Espinasse "Ingénierie des systèmes d'information" 3ème Edition Edition: Sybex ISBN: 2-7361-2209-7
[2]	P.A.Goupille / J.M.Rousse "Analyse informatique" Edition: Masson ISBN 2-225-84167-5
[3]	Christian Soutou "De UML à SQL" Edition: Eyrolles ISBN 2-212-11098-7
[4]	J.M. Jans "Modélisation conceptuelle des données avec le modèle des classes UML
[5]	S.Roman "Bases de données MS-Access / Conception et programmation" Edition: O'Reilly ISBN: 2-84177-054-0
[6]	H.F.Korth / A.Siberschatz "Systèmes de gestion des bases de données" Edition: McGraw-Hill ISBN: 2-7042-1170-1
[7]	P.Bilke "Start mit Datenbanken und SQL" Edition: KnowWare ISBN: 3-931666-19-4
[8]	N.Boudjlida "Bases de données et systèmes d'information" Support de cours Université de Nancy 1 / Faculté des Sciences / Département informatique

[9]	J.L.Viescas "Running Access 2" Edition: Microsoft Press ISBN: 1-55615-592-1
[10]	Bär / Bauder "Microsoft Access 2" Edition: Micro Application ISBN: 2-7429-0239-2
[11]	K.Getz / P.Litwin / G.Reddick "Access 2 Developer's Handbook" Edition: Sybex ISBN: 0-7821-1327-3
[12]	CNPI "Dossier de l'enseignant"
[13]	PC Magazin Spezial 5-98 "Kryptographie und Netzwerksicherheit"

11.2 Sites sur Internet

http://w3.restena.lu/proud-online

www.pgpi.com

www.win-design.com/

www.oracle.com

www.microsoft.com

http://www.iutc3.unicaen.fr/~moranb/cours/acsi/static2/stat1.htm